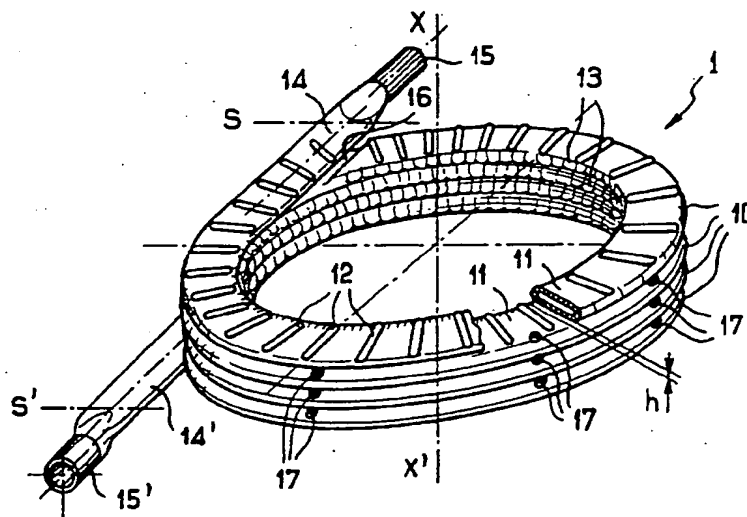


## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets <sup>5</sup> : F24H 1/43, B21D 53/06, F28D 7/02, F28F 1/02</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: WO 94/16272 (43) Date de publication internationale: 21 juillet 1994 (21.07.94)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR94/00047 (22) Date de dépôt international: 14 janvier 1994 (14.01.94) (30) Données relatives à la priorité: 93/00498 15 janvier 1993 (15.01.93) FR (71)(72) Déposant et inventeur: LE MER, Joseph [FR/FR]; 4, rue Marcel-Le-Berre, F-29660 Carantec (FR). (74) Mandataire: LE FAOU, Daniel; Cabinet Régimbeau, 11, rue Franz-Heller, Centre d'Affaires Patton, Boîte postale 19107, F-35019 Rennes Cédex (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: CN, JP, KR, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>

(54) Title: HEAT EXCHANGER ELEMENT AND METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING SAME

(54) Titre: ELEMENT ECHANGEUR DE CHALEUR, PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LE FABRIQUER



## (57) Abstract

A heat exchanger element consisting of a helically wound tube (1) for a flow of liquid heat transfer medium. The element has a flattened oval cross-section with its long axis substantially perpendicular to the helical axis (XX') or at an acute angle thereto, each tube turn (10) having plane surfaces (11) spaced apart from the adjacent turn surface by a gap having a constant height (h) which is substantially smaller than the width of the flattened tube cross-section. Braces (12) are provided for setting the spacing between the turns. Said element is useful for exchanging heat between two fluids.

(57) Abrégé

Cet élément échangeur de chaleur consiste en un tube enroulé en hélice (1) dans lequel est destiné à circuler un fluide caloporteur, cet élément possédant une section droite aplatie et ovale dont le grand axe est sensiblement perpendiculaire à l'axe (XX') de l'hélice ou forme un angle aigu par rapport à ce dernier, chaque spire (10) du tube possédant des faces planes (11) qui sont écartées des faces de la spire adjacente d'un interstice de hauteur (h) constante, sensiblement plus faible que l'épaisseur de la section droite aplatie du tube, et il est prévu des entretoises (12) qui calibrent l'espacement entre spires. Echange thermique entre deux fluides.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MR	Mauritanie
AU	Australie	GE	Géorgie	MW	Malawi
BB	Barbade	GN	Guinée	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brésil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CS	Tchécoslovaquie	LV	Lettonie	TG	Togo
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DE	Allemagne	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
DK	Danemark	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FI	Finlande	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
FR	France			VN	Viet Nam
GA	Gabon				

## ELEMENT ECHANGEUR DE CHALEUR, PROCEDE ET DISPOSITIF POUR LE FABRIQUER

La présente invention concerne un élément échangeur de chaleur. Elle a également pour objet le procédé de fabrication de cet élément ainsi que le dispositif servant à le fabriquer. Enfin, l'invention a également pour objet un échangeur ou un récupérateur de chaleur utilisant ce type d'élément.

Un élément échangeur de chaleur est traditionnellement formé d'un ou de plusieurs tubes à l'intérieur desquels circule un premier fluide caloporteur, par exemple de l'eau. En fonctionnement, l'élément est exposé à l'action thermique d'un second fluide caloporteur, par exemple de l'air ou des gaz de combustion. La fonction de l'élément est de transférer de la chaleur de l'un des deux fluides à l'autre.

Ainsi, par exemple, dans le cas d'une chaudière à gaz, la fonction de l'élément échangeur est de réchauffer de l'eau circulant dans les tubes à partir des gaz chauds résultant de la combustion d'un brûleur à gaz.

Dans le cas d'un radiateur automobile, la fonction de l'élément échangeur est de refroidir l'eau du moteur à partir de l'air froid extérieur, lequel est propulsé par le ventilateur sous forme d'un vent contre l'élément.

Dans toutes les applications, on recherche le rendement le meilleur possible, ceci avec un prix de revient et sous un encombrement qui soient, au contraire, les plus faibles possibles.

Pour obtenir un échange de chaleur important entre les fluides situés à l'extérieur et à l'intérieur des tubes, il est nécessaire d'avoir une surface de transfert thermique la plus grande possible. Ceci conduit généralement à utiliser des tubes très longs, repliés en serpentin, sur lesquels on vient parfois fixer des ailettes (plaques planes). Malheureusement, un tel agencement va à l'encontre à la fois de la compacité et du prix de fabrication, car la pose et la fixation - généralement par soudure - des ailettes sur les tubes est une opération longue et coûteuse.

Il a été proposé par ailleurs, par le document FR-A-2 476 808, d'entourer un brûleur radial d'une nappe de tubes rectilignes, disposés selon les génératrices d'un cylindre coaxial au brûleur. Ces tubes sont fixés à chacune de leurs extrémités à des caissons collecteurs d'eau. Les tubes ont  
5 une section oblongue, aplatie, dont le grand axe s'étend radialement par rapport à l'axe du brûleur. Ces tubes sont espacés les uns des autres d'un interstice qui laisse passer les gaz de combustion, mais constitue une barrière antidéflagration.

Si cette disposition possède probablement l'avantage d'assurer  
10 un transfert thermique convenable des gaz de combustion au liquide circulant dans les tubes, elle ne résoud cependant pas le problème lié au coût de fabrication, dans la mesure où il est nécessaire de souder chacun des tubes, à ses deux extrémités, aux caissons collecteurs.

L'abrégé de brevet japonais N° 63 220 091 concerne un  
15 élément échangeur de chaleur qui consiste en un tube enroulé en hélice dans lequel circule un fluide caloporteur. Le tube possède une section droite aplatie et ovale, dont le grand axe est perpendiculaire à l'axe de l'hélice, on forme un angle aigu par rapport à ce dernier. Ce dispositif réalise un échange thermique entre un fluide extérieur au tube, notamment  
20 de l'air circulant radialement de l'extérieur vers l'intérieur de l'enroulement, et le fluide intérieur.

Ce document ne donne cependant pas d'information sur les dimensions relatives d'épaisseur du tube et de hauteur d'interstice entre les spires de l'enroulement. Il ne contient pas non plus d'indication sur la  
25 constance de la hauteur d'interstice.

Or, il est essentiel pour obtenir un échange thermique réellement performant, d'une part que la hauteur d'interstice soit très faible par rapport à l'épaisseur de la spire, et d'autre part que cette hauteur soit parfaitement calibrée et constante tout au long de l'enroule-  
30 ment. A défaut l'écoulement du fluide extérieur n'est pas uniforme, et le transfert thermique est mauvais car non homogène.

Le principal objectif de l'invention est de pallier ces inconvénients, en proposant un élément échangeur de chaleur qui soit à la fois extrêmement performant sur le plan du rendement, qui soit d'un prix de

revient faible, pouvant être fabriqué facilement en grande série; tout en étant extrêmement compact.

Un autre objectif de l'invention est de prévoir un élément qui puisse aisément être associé à d'autres éléments identiques ou similaires, de manière à pouvoir faire face à tous les besoins de la clientèle, aussi bien sur le plan de l'encombrement que celui de la capacité de transfert thermique.

L'élément échangeur de chaleur selon l'invention consiste en un tube en matériau thermiquement conducteur, par exemple métallique, enroulé en hélice, dans lequel est destiné à circuler un fluide caloporteur, cet élément possédant une section droite aplatie et ovale dont le grand axe est sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'hélice ou forme un angle aigu par rapport à ce dernier, chaque spire du tube possédant des faces planes qui sont écartées des faces de la spire adjacente d'un interstice de hauteur constante.

Conformément à l'invention, la hauteur de l'interstice séparant deux spires adjacentes est sensiblement plus faible que l'épaisseur de ladite section droite, et l'espacement entre deux spires voisines est calibré au moyen d'entretoises.

De préférence, l'épaisseur du tube aplati est de 3 à 10 fois plus grande que l'épaisseur de l'espace entre spires. Ainsi, le fluide qui s'écoule entre les spires affecte la forme d'une lame de faible épaisseur, qui lèche les grandes faces du tube au cours de son passage, avec transfert thermique efficace. Par ailleurs, la présence des entretoises calibre l'écartement inter-spires, assurant un caractère rigoureusement constant de l'épaisseur de cette lame de fluide en toute zone de passage de l'élément, ce qui est essentiel sur le plan du rendement thermique.

Ainsi un premier rôle des entretoises est d'assurer une constance de la transparence de l'élément échangeur. Un second rôle - non des moindres - est de prévenir les déformations de paroi du tube aplati pouvant résulter de variations sensibles de la pression interne.

Par ailleurs, selon un certain nombre de caractéristiques additionnelles possibles, mais non limitatives de cet élément :

- ces entretoises sont des bossages, ou corrugations, formées dans la paroi du tube, sur l'une au moins des faces planes ;

- lesdits bossages s'étendent radialement par rapport à l'axe de l'hélice ;

- les deux extrémités du tube se prolongent tangentiellement par des tronçons se raccordant à des portions formant embouts cylindriques ;

5 - les faces planes externes de ces spires d'extrémité sont situées sensiblement dans des plans parallèles entre eux, et perpendiculaires à l'axe de l'hélice.

Ainsi, grâce à la disposition ci-dessus, on peut empiler plusieurs éléments à la suite les uns des autres, coaxialement, et  
10 l'interstice séparant deux éléments possèdera les mêmes caractéristiques, quant à leur hauteur, que les interstices entre deux spires d'un même élément.

Dans un mode de réalisation, le bord interne des spires est bosselé, pour réaliser une turbulence du fluide avant leur passage entre les  
15 spires, ce qui a pour effet d'augmenter encore la qualité d'échange de la chaleur.

La fabrication d'un tel élément se fait, conformément au procédé selon l'invention, de la façon suivante :

- 20 a) on cintre hélicoïdalement un tube cylindrique ;
- b) on le remplit d'un fluide ;
- c) on écrase la paroi du tube de manière à lui donner une section aplatie et ovale, dont le grand axe est sensiblement perpendiculaire à l'axe de l'hélice, tout en réduisant simultanément le pas de cette hélice ;
- 25 d) on maintient, durant l'étape c), le fluide contenu dans le tube à une pression sensiblement constante et contrôlée, de manière à empêcher l'affaissement de sa paroi.

De préférence, on utilise à l'étape c) décrite ci-dessus, des matrices de formage qui possèdent, en creux, des empreintes de forme complémentaire des bossages, ou corrugations, destinés à jouer le rôle  
30 d'entretoise entre les spires et, à la fin de l'opération, on soumet le fluide contenu dans le tube à une pression élevée pour forcer sa paroi à épouser la forme de ces empreintes.

Un dispositif pouvant être utilisé pour mettre en oeuvre ce procédé, dispositif qui fait également partie de la présente invention,  
35 comprend :

- une presse comportant une semelle fixe et un plateau mobile ;

- des moyens d'actionnement servant à déplacer le plateau mobile par rapport à la semelle fixe ;

5       - deux ensembles de demi-matrices complémentaires, de forme générale semi-circulaire, aptes à venir se positionner entre les spires du tube à former, ces deux ensembles étant positionnés, en position de travail, entre la semelle fixe et le plateau mobile.

10       Selon un certain nombre de caractéristiques avantageuses, mais non limitatives :

- l'un de ces ensembles est mobile en bloc et peut être écarté de la presse en vue de la mise en place du tube à former, et - en fin d'opération - de l'enlèvement du tube formé ;

15       - ces demi-matrices possèdent des faces planes servant à l'écrasement du tube, ces faces étant inclinées (en cours de formage) par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe de l'hélice ;

- les demi-matrices constitutives de chaque demi-ensemble sont guidées les unes par rapport aux autres au moyen de colonnes ;

20       - ces colonnes passent dans des trous allongés formés dans les matrices, qui autorisent leur inclinaison latérale ;

- le dispositif comporte des vérins servant à écarter les demi-matrices les unes des autres ;

25       - le dispositif comporte des moyens servant à obturer de manière étanche les deux extrémités du tube au cours du formage, et à y introduire un fluide sous très forte pression.

Dans un mode de réalisation possible d'un échangeur de chaleur utilisant au-moins un élément conforme à l'invention, ce dernier est disposé au voisinage du brûleur dans une position telle que les gaz de combustion passent dans les interstices séparant ses spires.

30       Dans un perfectionnement de ce type d'échangeur, il comporte plusieurs éléments selon l'invention, dont l'un au moins est traversé par les gaz de combustion de l'intérieur vers l'extérieur, tandis qu'un autre élément au moins est traversé par ces gaz en sens inverse.

L'invention a également pour objet un récupérateur de chaleur pour chaudière, qui comporte au moins un élément selon l'invention, dans lequel circule de l'eau à réchauffer, et qui est exposé au flux des gaz brûlés (et chauds) s'échappant de la chaudière.

5 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la description et des dessins annexés qui en présentent des modes de réalisation préférentiels.

Sur ces dessins :

10 - la figure 1 est une vue générale, en perspective et avec arrachement partiel dans l'une des spires, d'un élément conforme à l'invention ;

- la figure 2 est une vue de côté de l'élément de la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue de détail montrant la juxtaposition de deux spires constitutives de l'élément, ces deux spires étant coupées transversalement par le plan III-III de la figure 4 ;

15 - la figure 4 est une vue de côté partielle des spires de la figure 3 ;

- la figure 5 est une vue de côté d'un tube rond (de section circulaire) préformé en hélice, à partir duquel est fabriqué l'élément ;

20 - la figure 6 est une vue en perspective d'une demi-matrice de formage "standard" qui est mise en oeuvre pour la fabrication de l'élément ;

- la figure 7 est une coupe transversale et radiale de la matrice de la figure 6 ;

25 - la figure 8 est une demi-matrice particulière, intervenant dans le formage de l'une des spires d'extrémité de l'élément ;

- la figure 9 est une vue de face schématique, partiellement coupée, du dispositif de formage de l'élément ;

30 - la figure 10 est une vue schématique, avec arrachement partiel, de l'ensemble mobile de demi-matrices ;

- la figure 11 représente, vu dans le plan de séparation des deux ensembles de demi-matrices, l'un de ces ensembles à l'intérieur de la presse, celle-ci étant en position fermée, mais à vide (c'est-à-dire en l'absence d'un tube) ;



- les figures 11A et 11B sont des vues schématiques, respectivement de dessus et en coupe transversale selon le plan B-B de la figure 11A, du montage d'une demi-matrice sur des colonnes de guidage, ce montage autorisant une légère inclinaison latérale de la matrice ;
- 5 - la figure 12 est une vue en coupe du dispositif servant à introduire, de manière étanche, un fluide à l'intérieur du tube au cours du formage ;
- la figure 13 est une vue schématique montrant un tube en cours de préformage sur un mandrin d'enroulement du tube ;
- 10 - la figure 14 représente la presse en position ouverte, un tube préformé ayant été introduit dans celle-ci avant l'opération de formage ;
- les figures 15, 15A, 15B, 15C représentent la paroi du tube, entre deux matrices, au cours des différentes étapes du formage ;
- la figure 16 est une coupe montrant, partiellement, le
- 15 dispositif de la figure 12 en cours d'opération ;
- la figure 16A est une vue en bout de l'une des extrémités du tube constitutif de l'élément formé ;
- la figure 17 est une vue similaire à la figure 14, montrant la presse ouverte, en fin de formage ;
- 20 - la figure 18 représente, en coupe axiale, un échangeur de chaleur de chaudière à gaz équipée d'un brûleur et comportant plusieurs éléments similaires à celui de la figure 1 ;
- les figures 19 et 20 montrent schématiquement des variantes de conception de cet échangeur de chaleur ;
- 25 - la figure 21 est une vue schématique montrant un récupérateur de chaleur utilisant des éléments conformes à l'invention ;
- les figures 22 et 23 sont des variantes possibles du récupérateur de chaleur ;
- les figures 24 et 24A sont des vues de dessus schématiques
- 30 de deux échangeurs conformes à l'invention, montrant deux dispositions possibles des portions d'extrémité de l'échangeur ;
- les figures 25 et 25A montrent des variantes possibles quant à la forme et la disposition des corrugations prévues sur la face plane d'une spire ;

- la figure 26 est une coupe transversale de deux spires adjacentes, dans un mode de réalisation selon lequel les deux faces planes de chaque spire sont pourvues de bossages formant entretoises ;

5 - la figure 27 représente, en coupe axiale, un échangeur à double enroulement, composé de deux éléments dont les spires sont imbriquées les unes dans les autres ;

- la figure 28 est une vue de dessus schématique d'un ensemble formé de deux éléments concentriques ;

10 - la figure 28A est une vue de côté partielle (une seule spire) de l'ensemble de la figure 28 ;

- la figure 29 est une vue de dessus d'une variante de l'élément de la figure 1 ;

- la figure 30 est une vue schématique en coupe de l'élément de la figure 29, selon le plan de coupe XXX-XXX de cette figure ;

15 - la figure 30A est un détail en coupe de deux spires adjacentes ;

- les figures 31 et 31A sont des vues de détail schématiques montrant l'outillage et illustrant l'opération de formage qui permet de réaliser l'élément de la figure 29 ;

20 - la figure 32 représente schématiquement un échangeur de chaleur qui comporte plusieurs éléments conformes à celui de la figure 29.

L'élément échangeur de chaleur 1 représenté sur les figures 1 à 4 est constitué d'un tube de section ovale et aplatie enroulé en hélice de telle manière que le grand axe de sa section droite soit sensiblement perpendiculaire à l'axe XX' de l'hélice. Ce tube est de préférence en métal, par exemple en acier inoxydable. Il est constitué d'un certain nombre de spires 10, par exemple au nombre de quatre, dont les grandes faces planes, référencées 11, sont écartées des faces de la spire adjacente d'un interstice de hauteur  $h$  constante. Cette hauteur est sensiblement inférieure à l'épaisseur  $e$  des spires plates. Les portions d'extrémité 14, 14' du tube, rectilignes, s'étendent tangentiellement vers l'extérieur, et se terminent par des embouts cylindriques 15, 15'. La transition entre les parties aplaties 14 et les embouts cylindriques 15 se fait de manière progressive.

25  
30

Chaque spire porte, sur l'une de ses faces plates, des bossages (ou corrugations) 12 formés dans la paroi du tube, disposés sensiblement radialement par rapport à l'axe XX'. Chaque bossage 12 vient en appui contre la face plane (non munie de bossages) de la spire adjacente. Ces bossages ont une hauteur bien déterminée qui servent d'entretoises, calibrant de manière précise la hauteur des interstices séparant les spires.

De manière similaire, les bossages 12 se trouvant sur l'une des spires extérieures de l'enroulement, sont destinés à venir s'appliquer contre la spire à face plane lisse d'un autre élément, lorsqu'on associe, en les empilant coaxialement, plusieurs éléments identiques ou similaires.

Selon une caractéristique importante de l'invention, les faces externes des deux spires extérieures de l'enroulement sont situées sensiblement dans des plans P, P' (voir figure 2) qui sont parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe XX'. Grâce à cet arrangement, il est possible d'empiler coaxialement plusieurs éléments en conservant un espacement constant de l'ensemble des spires, qu'elles appartiennent ou non au même élément. Bien entendu, cet arrangement suppose une variation progressive de l'épaisseur des spires extérieures de l'enroulement, comme cela est visible notamment à la figure 2. Par ailleurs, pour obtenir cette planéité, un renforcement 16 doit être prévu dans la partie la plus épaisse des spires d'extrémité, de manière à laisser passer les parties d'extrémité 14, 14'.

Des points de soudure, par exemple des brasures 17, sont avantageusement prévues à la périphérie de l'enroulement pour maintenir celui-ci dans un état de légère compression axiale, ce qui assure l'application correcte de l'ensemble des spires les unes contre les autres.

De préférence, le bord interne des spires présente une paroi bosselée de manière régulière, ces bossages étant destinés à perturber l'écoulement du fluide passant entre les spires afin d'améliorer l'échange thermique, comme cela sera expliqué plus loin.

Il est bien entendu possible, si on le souhaite, de supprimer les embouts cylindriques d'extrémité 15 et 15', par exemple par sciage comme cela est symbolisé à la figure 1 par les traits mixtes forts S et S'.

L'élément qui vient d'être décrit est par exemple réalisé à partir d'un tube en acier inoxydable ayant un diamètre de 18 mm, une épaisseur de paroi de 0,5 mm, et qui est préformé en hélice, comme représenté à la figure 5, cette hélice ayant un diamètre d'enroulement  
5 moyen de 210 mm et un pas de 25 mm environ.

On obtient alors un élément, toujours enroulé en hélice, mais de pas nettement plus faible, de l'ordre de 6 à 6,5 mm. Le diamètre moyen de l'enroulement reste inchangé (de l'ordre de 210 mm). La largeur des spires 10, référencées 1 à la figure 3, est de l'ordre de 24 mm. Leur épaisseur e est de l'ordre de 5 à 6 mm. La hauteur h de l'interstice séparant les spires, qui correspond aussi à la hauteur des bossages 12, est de l'ordre de 0,5 à 1,5 mm.

Il va de soi que ces différentes caractéristiques dimensionnelles sont très variables ; elles seront adaptées aux caractéristiques fonctionnelles requises pour l'élément échangeur de chaleur, notamment en ce qui  
15 concerne sa capacité d'échange de chaleur et son encombrement.

Comme déjà dit, l'enroulement 100 représenté à la figure 5 est réalisé à partir d'un tube cylindrique préformé en hélice. On a désigné par 101 et 101' ses parties rectilignes d'extrémité, qui s'étendent  
20 tangentiellement par rapport à l'hélice et sont destinées à constituer les extrémités 14, 15 et respectivement 14', 15' de l'élément. On a désigné par la référence 102 les spires de l'enroulement 100. De préférence, le bord interne du tube est bosselé, de manière à présenter des segments d'anneaux 103 correspondant à des corrugations de la paroi du tube. De manière  
25 particulièrement simple, ce bossellement 103 peut être obtenu en enroulant le tube sur un mandrin de diamètre légèrement trop petit par rapport à l'enroulement que l'on souhaite obtenir. Il y a ainsi une surcompression circonférentielle régulière de la portion interne de la paroi au cours du cintrage en hélice du tube.

30 Les figures 6 et 7 représentent une demi-matrice "standard" destinée à être utilisée pour la mise en forme de l'élément, en association avec d'autres demi-matrices identiques ou similaires. Elle est destinée à réaliser la mise en forme d'une demi-spire intermédiaire.

La demi-matrice 2 représentée a une forme générale semi-circulaire. Elle possède une partie externe semi-annulaire 20, de section rectangulaire, qui se prolonge vers l'intérieur par une autre partie annulaire 21 de plus faible épaisseur. Les faces supérieure et inférieure 24 de la partie 21 sont planes. Ce sont elles qui vont servir à l'écrasement du tube, afin de lui donner une forme aplatie, comme cela sera expliqué plus loin.

Dans l'une des faces 24, en l'occurrence dans la face inférieure lorsque la demi-matrice 2 se trouve en position de travail, sensiblement horizontale, est creusée une série de renforcements radiaux dont la forme est complémentaire de celle des bossages 12 que l'on souhaite réaliser dans la paroi de l'élément.

La partie 21 de plus faible épaisseur se raccorde à la partie semi-annulaire extérieure 20 par un rebord 23. Dans la partie 20 sont percés des trous 22 qui, comme on le verra plus loin, sont destinés à recevoir des colonnes de guidage. Ces trous sont légèrement allongés, formant des lumières dont le grand axe est parallèle au plan diamétral constituant la face de joint 29 de la demi-matrice. Les extrémités des trous allongés 22 sont semi-cylindriques. La demi-matrice 2' représentée à la figure 8 est similaire à celle qui vient d'être décrite, et c'est pourquoi les éléments correspondants ont été affectés du même signe de référence, mais avec l'indice prime (''). Il s'agit de la matrice inférieure de l'un des deux ensembles de demi-matrices qui sera décrit plus loin, et plus précisément de l'ensemble mobile. Cette demi-matrice sert au façonnage de l'une des extrémités de l'enroulement, extrémité qui comprend un tronçon rectiligne et un embout cylindrique. Pour cela, la face de la partie centrale 21' qui sert à l'écrasement du tube s'étend seulement sur un quart de circonférence et se prolonge par une portion rectiligne 25'. Cette dernière débouche au niveau de la partie 20' dans une cavité semi-cylindrique 26'. Bien entendu, la demi-matrice destinée à coopérer avec la demi-matrice 2' présente, sur sa face inférieure, une configuration complémentaire, et notamment une partie à gorge semi-cylindrique venant pénétrer dans la partie 26' pour constituer un canal circulaire venant s'adapter contre la portion d'extrémité

du tube, et la contenir au cours du formage, comme cela sera expliqué plus loin.

Le dispositif représenté à la figure 9, référencé 3, consiste en une presse hydraulique comportant une semelle fixe horizontale 30 portée  
5 par un bâti 31, ainsi qu'un plateau mobile 32 ; ce dernier est également disposé horizontalement, au-dessus de la semelle 30. Il est fixé à une platine 340 montée à l'extrémité de la tige 34 d'un vérin hydraulique 33. Ce dernier est monté sur un élément 310 du bâti fixe. Le vérin 33 est un  
10 vérin à double effet, relativement puissant, dont l'extension provoque l'abaissement du plateau 32 et son rapprochement par rapport à la semelle 30 (fermeture de la presse) tandis que sa rétraction provoque la remontée du plateau 32 (ouverture de la presse).

L'outillage associé à cette presse comporte essentiellement deux ensembles de demi-matrices 2A et 2B du type décrit précédemment.  
15 Le premier ensemble 2A est fixe et monté à demeure entre la semelle 30 et le plateau 32. L'autre ensemble 2B est mobile. Il est fixé sur un chariot 4, par exemple monté sur des galets, qui peut être déplacé en translation au moyen d'un vérin pneumatique ou hydraulique à double effet 40, dont la tige est reliée par une pièce de liaison 41 au chariot 4. A la figure 9, on a  
20 artificiellement représenté l'ensemble mobile dans les deux positions extrêmes qu'il peut occuper, la position de travail à l'intérieur de la presse et une position écartée - référencée 2B' - qui, comme on le verra plus loin, permet de mettre en place le tube à former, puis de retirer l'élément formé. Dans son mouvement, le chariot 4 est supporté par un guide 42  
25 horizontal. A la figure 9, on a représenté en traits mixtes l'élément 41 et la tige du vérin 40 quand celle-ci se trouve en position d'extension, ensemble 2B' écarté de la presse.

Lorsque l'ensemble 2B se trouve à l'intérieur de la presse, les demi-matrices composant cet ensemble viennent s'appliquer par leurs faces  
30 d'appui 29 (voir figures 6-7) contre les matrices 2 de l'autre ensemble, formant alors un ensemble unique à matrices circulaires, qui décrivent un évidement interne en hélice, car en fait chaque demi-matrice supérieure a un côté 29 en appui avec la demi-matrice inférieure, et ainsi de suite.

Chaque ensemble de demi-matrices est guidé en translation, en direction verticale, par des tiges verticales - ou colonnes - 200. Il est par exemple prévu trois colonnes de guidage par ensemble, régulièrement réparties. Toutefois, dans un but de meilleure lisibilité des figures, seule  
5 une colonne 200A, respectivement 200B a été représentée à la figure 9 pour chacun des ensembles 2A, respectivement 2B. Ces colonnes sont fixées à leur extrémité basse dans la demi-matrice inférieure de chaque ensemble. Elles pénètrent par leur extrémité haute dans des alésages formés dans le plateau mobile 32 de la presse. L'amplitude de soulèvement du plateau  
10 mobile 32 est suffisante pour qu'il puisse se dégager complètement de ces colonnes, de sorte que l'enlèvement de l'ensemble 2B est possible, comme cela se comprend aisément à la simple observation de la figure 9.

Il faut noter que les deux demi-matrices supérieures, qui servent à former l'une des extrémités de l'élément, consistent en une pièce  
15 unique 2" fixée à demeure au plateau 32. La moitié de cette matrice 2" qui vient en correspondance avec les demi-matrices constitutives de l'ensemble mobile 2B possède des empreintes similaires à celle de la partie 2' qui a été décrite en référence à la figure 8, car elle sert à former l'extrémité supérieure de l'élément, et notamment l'embout d'extrémité cylindrique.

Lorsque le plateau mobile 32 est en position haute, les matrices 2A peuvent être écartées les unes des autres à l'aide d'une série de vérins appropriés, non représentés. Ainsi, il est par exemple prévu trois vérins pneumatiques, régulièrement répartis à la périphérie du jeu de  
20 demi-matrices, et venant actionner la demi-matrice 2A supérieure. Des éléments de liaison entre les demi-matrices, tels que des tirants, sont prévus pour que le soulèvement de la matrice supérieure entraîne corrélativement, et successivement, le soulèvement de chacune des matrices, ceci avec un écartement bien déterminé. Une telle disposition évite d'avoir recours à un jeu de vérins pour chaque demi-matrice.  
25

Une disposition similaire, schématiquement représentée à la figure 10, est prévue pour soulever les demi-matrices 2B de l'ensemble mobile. Ce soulèvement est réalisé à l'aide d'un vérin 43 dont la tige verticale (non représentée) est fixée au chariot 4. Le corps du vérin est fixé  
30 à la matrice 2B supérieure. Celle-ci entraîne, par l'intermédiaire d'une

pièce de liaison 290, la demi-matrice située en-dessous, mais non la demi-matrice mobile la plus basse, située juste au-dessus de la demi-matrice fixe 2'. En effet, celle-ci est déplacée par un jeu de vérins 44 indépendamment des autres, pour une raison qui sera expliquée plus loin.

5 Les demi-matrices inférieure et supérieure se trouvent en appui respectivement contre la semelle 30 et contre le plateau 32 par des faces planes horizontales, perpendiculaires à la direction de travail de la presse. Ces demi-matrices ont une forme légèrement biseautée, de sorte qu'elles viennent s'appliquer contre les autres demi-matrices selon des plans  
10 inclinés latéralement, comme cela est visible à la figure 11. C'est cette inclinaison qui permet de respecter le pas de l'hélice. Cette disposition vaut bien entendu pour les deux ensembles de demi-matrices, mais dans des sens contraires. Cette faculté de s'incliner, symbolisée par la flèche G à la figure 11B, résulte de la forme allongée des trous 22 dans lesquels  
15 s'engagent les colonnes 200. Il est par contre important que les demi-matrices ne puissent pas s'incliner dans l'autre direction, afin que les demi-matrices des deux ensembles restent bien accolées les unes contre les autres, par leur face de joint, au cours de l'opération de formage.

Le dispositif 5 représenté à la figure 12 comprend essentiel-  
20 lement un corps 50, de forme générale cylindrique, et un cylindre pneumatique 51 coaxial au corps 50 auquel il est fixé. Suivant l'axe de l'ensemble 50-51 peut coulisser une tige 52 solidaire d'un piston 521 se déplaçant à l'intérieur du cylindre 51, et dont l'extrémité libre porte une tête 520, également cylindrique, susceptible de s'emmancher sans jeu à  
25 l'intérieur de l'extrémité 101 du tube à former. La tige 52 est traversée par un alésage central 522 qui est branché par des moyens appropriés à un conduit 56 relié à une centrale hydraulique H à pression élevée, par l'intermédiaire d'une valve de commande 560. Le piston 521 est à double effet, et des conduits appropriés 57, 57', qui sont branchés à une valve de  
30 distribution 570 permettent d'amener de l'air comprimé d'un côté ou de l'autre du piston, à partir d'une source d'air comprimé AC. La valve 570 est conçue pour mettre la chambre située d'un côté du piston à la pression atmosphérique lorsque l'autre chambre est sous pression, et vice-versa.



La tête 520 est entourée par une partie 54 en forme de manchon, formant partie intégrante du corps 50, l'espace 55 séparant la paroi de la tête 520 de la paroi interne de ce manchon correspondant à l'épaisseur de paroi du tube.

5 Dans l'espace 55, en arrière de la tête 520 sont prévus des joints d'étanchéité. Il s'agit de bagues déformables 53, susceptibles de se déformer radialement par suite du recul de la tige 52.

Les demi-matrices 2' et 2B destinées au façonnage de l'une des portions d'extrémité de l'élément, qui sont également partiellement  
10 représentées à la figure 12, présentent des empreintes qui comportent des portions complémentaires semi-cylindriques 260, 260' aptes à venir s'appliquer contre la paroi extérieure du manchon 54. Les empreintes 26, 26' sont destinées à contenir la paroi externe du tube, dans sa portion cylindrique et dans sa portion de raccordement avec la partie plate, en  
15 cours du formage. Comme déjà dit, les empreintes 28 servent à former les bossages dans la paroi du tube.

Le préformage en hélice du tube cylindrique est illustré à la figure 13. Cette mise en forme se fait de manière classique, à froid, sur un mandrin 6 de forme générale cylindrique, porté par un axe 60 rotatif,  
20 comme cela est symbolisé par la flèche F. Dans la paroi du cylindre 6 est ménagée une gorge hélicoïdale 61, de section semi-cylindrique. Son rayon correspond au rayon du tube. Le pas de la gorge correspond au pas de l'enroulement tubulaire 100 que l'on souhaite obtenir. L'une 101 des portions d'extrémité du tube est rendue solidaire du mandrin rotatif 6, et  
25 le tube est guidé par des moyens appropriés sur le mandrin. Après mise en forme, l'enroulement est extrait par dévissage, c'est-à-dire mise en rotation en sens inverse du mandrin tandis que le tube est immobilisé.

Nous allons maintenant expliquer, en nous référant plus particulièrement aux figures 14 à 17, de quelle manière on fabrique un  
30 élément échangeur conforme à l'invention à partir de ce tube préformé en hélice.

La presse et son outillage sont amenés tout d'abord à l'état représenté à la figure 14, presse ouverte (vérin 33 rétracté) et ensemble mobile de demi-matrices écarté de la presse (vérin 40 en extension).

Les vérins 43 et 44 sont en extension de sorte que l'ensemble des demi-matrices 2B se trouvent en position d'écartement mutuel ; de même les vérins assurant l'écartement des demi-matrices 2A sont en extension.

5 Dans cet état d'écartement des matrices, dont la hauteur correspond sensiblement au pas de l'enroulement 100, il est possible de mettre en place ce dernier à l'intérieur de l'ensemble des demi-matrices mobiles, comme illustré à la figure 14. Chaque spire vient s'insérer entre deux demi-matrices. La spire la plus basse s'insère entre la matrice  
10 spéciale 2' et une matrice standard. La spire supérieure reste dégagée.

Dans cette position, les parties d'extrémités rectilignes 101 et 101' du tube (non représentées) dépassent latéralement du jeu de matrices, de part et d'autre de celui-ci, transversalement par rapport au plan de la figure 14. L'opérateur met alors en place sur chacune de ces parties 101,  
15 101' un dispositif 5 d'obturation et d'amenée de fluide. Pour cela il engage chacun des dispositifs sur l'extrémité de tube de telle manière que cette extrémité vienne s'emmancher autour de la tête 520, à l'intérieur de la partie 54 en forme de manchon. Le chariot 4 possède des moyens non représentés de retenue du dispositif 5 en direction axiale, après son  
20 emboîtement dans le tube. L'étanchéité de la liaison est obtenue par actionnement du piston 521 dans le sens du recul, assurant la compression des joints 53.

Le vérin 40 est ensuite rétracté, afin de déplacer le chariot 4 pour amener l'ensemble mobile des demi-matrices, ainsi que le tube 100  
25 retenu par celui-ci, à l'intérieur de la presse. Durant ce mouvement, les demi-spires non contenues dans les demi-matrices 2B viennent s'insérer entre les demi-matrices 2A. Chaque spire du tube se trouve ainsi parfaitement emprisonnée entre des matrices complètes.

L'aptitude qu'ont les demi-matrices de basculer légèrement en direction latérale (flèche G, figure 11B) facilite cette mise en place, les  
30 faces de travail 24 des matrices suivant sensiblement le pas de vis de l'hélice.

La presse est alors mise en action, par extension du vérin hydraulique 33, le plateau mobile 32 de la presse s'engageant sur les tiges  
35 de guidage 200.

Dans le même temps, on introduit un liquide dans le tube. L'un des dispositifs 5 est conçu pour amener ce liquide, par exemple de l'huile ou de l'eau, tandis que l'autre dispositif 5, prévu à l'autre extrémité du tube, autorise l'échappement de l'air initialement présent dans le tube. Le liquide est ensuite emprisonné dans le tube, grâce à des valves appropriées à une pression modérée, par exemple de l'ordre de  $10^6$  Pascal (10 bars). Une vanne tarée assure que cette pression reste constante pendant toute la première phase du processus.

A la figure 15 on a désigné par la référence L1 le liquide, à pression modérée et contrôlée, qui est contenu dans le tube. On notera en observant cette figure la présence entre deux matrices adjacentes, dans les portions annulaires 20, d'une rondelle élastiquement déformable 210. En pratique plusieurs de ces rondelles sont régulièrement réparties sur toute la circonférence des matrices. Elles sont logées dans des gorges circulaires ménagées dans la matrice inférieure. Leur fonction sera expliquée plus loin.

Le mouvement de fermeture de la presse, symbolisé par la flèche A1 à la figure 15A, se poursuivant, la paroi du tube 100 se trouve progressivement écrasée entre les faces 24 des demi-matrices. Durant cette opération, la présence du liquide L1 à l'intérieur du tube empêche l'affaissement de la paroi vers l'intérieur du tube, et on obtient une section de tube 100' de forme ovale, possédant deux faces opposées parfaitement planes et deux bords parfaitement arrondis, pratiquement en arc de cercle.

En l'absence du liquide L1, la partie centrale de la paroi se déformerait, et la section prendrait la forme approximative d'un 8.

A la fin de cette étape, les deux demi-matrices viennent en butée l'une contre l'autre par les parties externes 20, ce qui limite l'écrasement de la paroi du tube ; au contraire, les bagues élastiques 210 sont complètement écrasées à l'intérieur de leur gorge.

Comme déjà dit, avant cette opération, l'air sous pression a été amené dans le cylindre 51 par le conduit 57', en avant du piston 521, ce qui a eu pour effet de faire reculer la tête 520 et de comprimer les rondelles d'étanchéité 53. Le liquide ne peut donc pas s'échapper du tube. Il est important qu'au cours du formage les extrémités du tube soient

parfaitement contenues entre les demi-matrices et dans le manchon 54, de manière à assurer une transition progressive entre la partie cylindrique (non déformée) et la partie plane (mise en forme) du tronçon d'extrémité.

La presse étant maintenue à l'état fermé, on augmente  
5 ensuite de manière rapide et importante la pression du liquide contenu dans le tube. Le liquide sous haute-pression est référencé L2 aux figures 15B et 16. A titre indicatif, sa pression est de l'ordre de  $6,75 \times 10^7$  Pascal (675 bars). On notera que la pression au sein du liquide (symbolisée par des flèches à la figure 16) tend à comprimer fortement les rondelles  
10 d'étanchéité 53, le dispositif étant en quelque sorte "auto-étanche". Sous l'effet de cette forte pression, la paroi du tube se déforme au niveau des renforcements 28, ce qui forme les bossages 12. Il est important de noter que compte-tenu de l'importance de la pression mise en oeuvre, le tube doit être parfaitement contenu sur toute sa longueur et notamment dans cette  
15 portion d'extrémité, pour éviter la formation d'hernies, causes de rupture de la paroi. Ceci est particulièrement vrai dans les zones de jonction des embouts cylindriques avec la partie plate du tube.

On fait ensuite tomber la pression du liquide, et on le chasse du tube à l'aide d'air comprimé.

20 Le plateau mobile 32 est alors relevé. Compte-tenu de l'élasticité des rondelles 210, qui se détendent, les matrices s'écartent légèrement l'une de l'autre, comme cela est symbolisé par la flèche A2 à la figure 15C. La course élastique des rondelles est choisie de telle sorte que l'écartement mutuel des matrices soit légèrement supérieur à la profondeur  
25 des renforcements 28, ce qui autorise l'extraction du tube formé 100" (flèche A3, figure 15C).

L'ensemble mobile de demi-matrices mobiles est ensuite écarté de la presse, et amené dans la position de la figure 17. Il n'y a pas de difficultés à enlever de la presse la partie d'embout cylindrique 15 de la  
30 spire supérieure de la presse, puisque la matrice 2", qui a participé au façonnage de cet embout, est soulevée avec le plateau 32.

La tige du piston 52 est avancée, par amenée d'air derrière le piston 521 de chaque côté du dispositif 5, ce qui permet l'extraction des extrémités de tube de ces dispositifs. Ceux-ci sont enlevés.

Le vérin 44 est ensuite mis en extension pour écarter l'avant-dernière demi-matrice 2B de la matrice la plus basse 2'B. Cet écartement est suffisant pour autoriser le passage de l'embout cylindrique 15'.

5 Bien entendu, les vérins 43 ne sont pas actionnés, afin de ne pas déformer les spires du tube formé, dont le pas est sensiblement plus faible que le pas du tube préformé initial.

L'élément 1 peut être retiré manuellement, par un mouvement de translation horizontal.

10 Il suffit ensuite de réaliser les points de brasage 17 pour obtenir l'élément fini.

Il va de soi que toutes les étapes qui viennent d'être décrites peuvent être facilement mécanisées et pilotées par un automate programmable ; la mise en place du tube avant formage et l'enlèvement du  
15 tube formé peuvent être réalisés par un robot manipulateur.

En référence à la figure 18, nous allons maintenant décrire un échangeur de chaleur pour une chaudière équipée d'un brûleur à gaz, qui comporte un certain nombre d'éléments échangeurs de chaleur conformes à l'invention, en l'occurrence quatre de ces éléments.

20 L'échangeur 8 représenté sur la figure comprend un brûleur cylindrique 7, d'axe XX', monté à l'intérieur d'un corps creux 8. Ce dernier à une forme générale cylindrique et est pourvu d'un fond 84 présentant une collerette (ou manchette) 80 coaxiale à l'axe du brûleur, par laquelle rentre le mélange de gaz et d'air à brûler. La sortie des gaz brûlés se fait  
25 par une collerette (ou manchette) 81 disposée à l'extrémité opposée du corps 8.

Le brûleur 7 est immobilisé contre le fond 84 au moyen d'une bride 83 retenue par des tiges filetées 85. En direction axiale, le brûleur cylindrique 7 a une longueur sensiblement plus faible que la longueur du  
30 corps 8. A l'extrémité du brûleur 7 qui est opposé au fond 84 est fixé un disque en céramique 82, également fixé aux tiges filetées 85. Le disque 82, dont le diamètre est un peu plus grand que celui du brûleur 7, compartimente l'intérieur du corps 8 en deux espaces 800, 801 situés respectivement au niveau du brûleur et au-delà de celui-ci.

Cet échangeur est équipé de quatre éléments 1 conformes à l'invention, empilés coaxialement les uns sur les autres et disposés à l'intérieur du corps 8. Leur diamètre est un peu plus grand que le diamètre du brûleur. Deux des éléments, référencés 1a et 1b se trouvent à l'intérieur de l'espace 800, c'est-à-dire en regard du brûleur 7. L'élément suivant 1c est à cheval entre les deux espaces 800, 801, sa partie centrale venant par conséquent en regard du disque 82. Enfin, le dernier élément 1d se trouve dans l'espace 801.

Le diamètre du disque 82 correspond sensiblement, au jeu d'engagement près, au diamètre intérieur des éléments 1, si bien que le bord du disque vient toucher l'élément 1c.

Le brûleur 7 possède une paroi annulaire percée d'une multitude de petits trous disposés radialement et permettant le passage du mélange air + gaz. La combustion se fait à l'extérieur du brûleur, le pied des flammes se trouvant contre la paroi externe 71 du brûleur.

On a désigné par la référence 70 une électrode, de type bien connu en soi, servant à l'allumage du brûleur et au contrôle de la flamme.

La paroi 71 du brûleur se trouve à une faible distance du bord interne des spires des éléments 1, par exemple à 20 mm environ de ce bord.

La chaudière concernée est une chaudière domestique à condensation, qui sert à réchauffer de l'eau.

L'eau froide (EF) arrive par un conduit 149 et est branchée par deux conduits de dérivation 150c, 150b aux portions d'entrée des deux éléments 1c, respectivement 1b. Les sorties de ces deux éléments sont branchées, par l'intermédiaire de deux dérivation 150'c et 150'd à un conduit 151' qui, à son tour, amène l'eau, via deux dérivation 150'a et 150'b respectivement aux deux éléments 1a et 1b. Enfin, l'eau quitte ces deux éléments par deux dérivation 150a, 150b se raccordant à un conduit 151 d'évacuation de l'eau chaude (EC).

Les branchements des différents conduits sur les embouts d'extrémité (cylindriques) de chaque élément se font de manière classique, par des raccords connus en soi.

Les éléments sont donc branchés en parallèle deux à deux, et les deux paires sont branchées en série.

En fonctionnement, le mélange air-gaz (GA) est amené à travers la collerette 80 à l'intérieur du brûleur. La combustion se fait sur la paroi externe 71 de celui-ci. Les gaz chauds issus de la combustion, dont la température, à titre indicatif, est de l'ordre de 1100° C, s'échappent radialement et traversent les interstices, de hauteur bien calibrée, séparant les spires des éléments 1a, 1b et d'une partie de 1c. Il se produit donc un flux de lames de gaz chauds, symbolisé par les flèches H1, qui vont lécher les faces planes des spires de l'échangeur, et réchauffer l'eau circulant à l'intérieur de celui-ci. L'écoulement se fait de manière très régulière étant donné l'uniformité d'épaisseur des interstices. D'autre part, en raison de la surface importante des faces planes, le transfert de chaleur des gaz brûlés à l'eau est particulièrement efficace.

Après leur passage de l'intérieur vers l'extérieur des éléments 1a, 1b et partiellement 1c, les gaz en partie refroidis arrivent dans l'espace annulaire situé à l'intérieur du corps 8, mais à l'extérieur de l'échangeur. Ils vont alors traverser les interstices entre les spires de l'élément 1d et de l'autre partie de l'élément 1c, de l'extérieur vers l'intérieur, comme cela est symbolisé par les flèches H2. Une grande partie de leur chaleur résiduelle est ainsi transférée au liquide circulant dans l'échangeur. Enfin, ces gaz, dont la température s'est abaissée par exemple à 50° C environ s'échappent par la collerette 81, comme symbolisé par la flèches H3. Bien entendu, cette collerette est branchée sur un conduit d'évacuation, par exemple à un conduit de cheminée.

Il convient de noter que la circulation de l'eau dans l'échangeur se fait à contre-courant de la circulation des gaz. L'eau froide est tout d'abord préchauffée par le flux H2, puis chauffé par le flux H1. A titre indicatif, la température de l'eau est portée de la température ambiante à une température de l'ordre de 60°C.

Bien entendu, la présence du disque 82 empêche le passage direct des gaz à l'intérieur de l'échangeur de l'espace 800 à l'espace 801.

Dans la variante simplifiée de la figure 19, l'ensemble des éléments échangeurs 1 entoure le brûleur 7. Il n'y a donc pas de préchauffage de l'eau circulant dans l'échangeur. Le mélange air + gaz

arrive par la collerette 80 à l'intérieur du brûleur 7 (flèches H0). Après combustion, les gaz chauds traversent radialement, de l'intérieur vers l'extérieur, les spires de l'échangeur (flèches H1). Ils sont évacués à travers la collerette 81 (flèches H2).

5 On notera la présence, à la base du corps 8 de l'échangeur d'un raccord 86 qui permet l'évacuation des condensats.

Dans le mode de réalisation de la figure 20 il est prévu six éléments échangeurs juxtaposés (ou empilés) coaxialement, référencés 1a, 1b, 1c, 1d, 1e et 1f.

10 Ces éléments sont répartis par paires, en l'occurrence 1a-1b, 1c-1d et 1e-1f. Chaque paire forme un montage en parallèle pour ce qui est de la circulation de l'eau. Les trois paires sont branchées en série. Cette chaudière a une configuration générale similaire à celle représentée à la figure 18. En regard de l'espace 800, qui correspond à l'emplacement du brûleur, se trouvent trois éléments, en l'occurrence les éléments 1a, 1b et 1c. En regard de l'espace 801 qui se trouve de l'autre côté du disque obturateur 82, sont disposés les éléments 1d et 1e. On retrouve donc en 15 cours de fonctionnement un cheminement H0, H1 et H2 des gaz chauds tout à fait similaire à celui décrit en référence à la figure 18.

20 Ce mode de réalisation se distingue cependant de celui de la figure 18 par le fait que les gaz se trouvant dans l'espace 801 vont traverser une nouvelle fois l'échangeur, en l'occurrence les interstices inter-spires de l'élément 1f, de l'intérieur vers l'extérieur, comme cela est symbolisé par les flèches H3. Les gaz refroidis s'échappent ensuite par la 25 collerette 81 (flèches H4).

Un obturateur annulaire 87 disposé à l'extérieur des éléments échangeurs, entre les éléments 1e et 1f empêche les gaz de passer directement par l'extérieur de l'échangeur à ce niveau.

30 Ce dispositif réalise en quelque sorte deux préchauffages successifs de l'eau, ce qui le rend particulièrement performant.

Le dispositif représenté à la figure 21 est un récupérateur de chaleur destiné à être placé en sortie d'une chaudière classique, ou de tout



autre appareil rejetant des gaz à une température suffisante pour réchauffer un fluide, par exemple de l'eau. On a désigné par la référence 9 la sortie d'un tel appareil, qui produit des gaz chauds 10. Cette sortie possède une collerette 90 dans laquelle est emmanchée la collerette 80 d'entrée du corps 8 du dispositif, dont la collerette de sortie est désignée 81.

Le corps 8 a une forme générale cylindrique. A l'intérieur de ce dernier, et coaxialement, est monté un ensemble d'éléments échangeurs conformes à l'invention, par exemple de quatre éléments référencés 1a, 1b, 1c et 1d.

Ces éléments sont branchés par paires en parallèle, les deux paires étant branchées en série.

L'élément 1a placé du côté de l'appareil 9 est accolé contre la paroi d'entrée du corps 8. A l'autre extrémité, l'espace intérieur de l'échangeur est obturé par une cloison 89.

Les gaz chauds arrivent à l'intérieur de l'échangeur, et se divisent en lames de gaz qui traversent les interstices inter-spires des différents éléments 1, comme symbolisé par les flèches 11. La chaleur est ainsi transférée des gaz au liquide circulant à l'intérieur de l'échangeur. Les gaz refroidis traversent ensuite l'espace annulaire situé à l'extérieur de l'échangeur et ressortent du dispositif par la collerette 81 (flèches 12).

Dans le mode de réalisation de la figure 22, le dispositif comprend deux échangeurs de chaleur 1, 1', formés chacun d'un empilement de trois éléments conformes à l'invention. Les deux échangeurs sont disposés parallèlement l'un à l'autre à l'intérieur d'un même corps 8. Les gaz chauds 10 quittant l'appareil 9 pénètrent tout d'abord à l'intérieur de l'échangeur 1. Ils s'échappent radialement de l'intérieur vers l'extérieur de celui-ci (flèches J1). Ils traversent ensuite l'échangeur 1', cette fois de l'extérieur vers l'intérieur (flèches J2) pour être ensuite évacués (flèches J3).

De préférence, les deux échangeurs sont branchés en série, l'eau circulant en sens inverse des gaz, c'est-à-dire parcourant tout d'abord l'élément 1' puis l'élément 1.

Le dispositif illustré à la figure 23 consiste en un montage en parallèle de deux dispositifs similaires à celui de la figure 21. Le dispositif comprend deux échangeurs 1" composés chacun d'un empilement d'éléments conformes à l'invention. Le flux de gaz chaud K0 quittant l'appareil 9 est subdivisé en deux flux K1 qui sont amenés chacun à l'intérieur d'un échangeur 1". L'air chaud traverse les interstices séparant les spires de chaque échangeur de l'intérieur vers l'extérieur (flèches K2). Les gaz refroidis se regroupent pour s'échapper du dispositif par la collerette 81 (flèche K3).

Bien entendu, différentes configurations prévoyant un montage en série et/ou en parallèle de plusieurs échangeurs peuvent être prévus, en fonction des caractéristiques d'échange de chaleur requises et de la place disponible à la sortie de l'appareil 9.

Dans le mode de réalisation de l'élément échangeur de chaleur décrit aux figures 1 et 2, les portions rectilignes 14 et 14' d'entrée et de sortie de l'élément 1 sont parallèles, les embouts d'extrémité 15, 15', étant dirigés à l'opposé l'un de l'autre, comme cela est illustré à la figure 24.

Il va de soi que d'autres configurations des portions d'extrémité sont possibles.

Ainsi, à titre d'exemple, il a été représenté à la figure 24A une disposition selon laquelle les portions d'extrémités 14, 14' sont situées à l'aplomb l'une de l'autre et se croisent à angle droit.

Les bossages 12, qui calibrent l'espacement entre les spires, n'ont pas nécessairement une disposition radiale.

Ainsi, dans le mode de réalisation de la figure 25, il a été prévu des bossages 12' disposés obliquement, c'est-à-dire formant un angle aigu  $\alpha$  par rapport à la direction radiale.

Dans la variante de la figure 25A, les bossages 12" ont une forme arquée et leur direction générale est également légèrement inclinée par rapport à la direction radiale, à la manière des ailettes d'une turbine.

Une telle disposition des bossages a pour effet d'orienter le flux d'air s'échappant des interstices entre les spires, et de former un

tourbillon susceptible, dans certaines conditions, d'améliorer le brassage et la circulation des gaz.

Dans la variante de la figure 26, il est prévu une série de bossages 12a, 12b sur chacune des deux faces planes des spires.

5 Cette disposition peut être intéressante si on souhaite que l'écartement entre les spires soit relativement grand.

En effet, la hauteur des bossages est forcément réduite, car elle implique un étirement de la paroi du tube en cours de fabrication. Un trop grand étirement serait cause de rupture de la paroi.

10 Dans le mode de réalisation de la figure 27, l'élément échangeur de chaleur est un élément à double pas, formé de l'imbrication l'un dans l'autre de deux enroulements similaires I, I'. Dans une telle disposition, qui demeure dans le cadre de la présente invention, chaque spire de l'un des éléments se trouve en regard d'une spire de l'autre  
15 élément.

Le mode de réalisation des figures 28 et 28A comprend deux éléments conformes à l'invention qui sont coaxiaux. L'élément extérieur 1E possède des spires 10E dont le diamètre d'enroulement est plus grand que celui des spires 10I de l'élément intérieur 1I. Les spires d'extrémité de  
20 l'élément extérieur 1I possèdent des renforcements de paroi 16E suffisamment larges pour laisser passer les tronçons 14E et 14I des deux éléments 1E et 1I respectivement.

Les deux éléments peuvent être avantageusement soudés l'un à l'autre.

25 Une telle disposition a pour avantage que la surface d'échange thermique est encore augmentée.

A cet égard, il faut remarquer que si l'on a affaire à un seul tube, cette surface est forcément limitée. En effet, il existe une corrélation directe entre le diamètre du tube initial et le rayon de son  
30 enroulement en hélice. Pour un rayon d'enroulement donné on ne peut excéder un certain diamètre de tube sous peine de rupture de celui-ci au cours du formage.

L'élément I qui fait l'objet de la variante représentée aux figures 29 et 30 se distingue essentiellement de celui de la figure 1 par le

fait que les grands axes des sections droites (aplaties et ovales) des spires 10 ne sont pas perpendiculaires à l'axe XX' de l'enroulement, mais forment un angle aigu  $\underline{v}$  avec celui-ci. Dans l'exemple représenté, cet angle  $\underline{v}$  est égal à 45°.

5 Comme pour le mode de réalisation de la figure 1, la paroi du tube porte des corrugations 12 (non représentées aux figures 30 et 30A pour ne pas les alourdir inutilement) qui servent d'entretoises calibrant l'écartement (h) entre spires, lequel est notablement plus faible que l'épaisseur (e) du tube écrasé (voir figure 30A).

10 La figure 31 représente la section des demi-matrices 2" susceptibles d'être mise en oeuvre pour mettre en forme le tube hélicoïdal de départ 100 afin d'obtenir une telle configuration. Elles possèdent une partie annulaire mince 20" de section plate et de forme conique, dont le demi-angle au sommet est égal à  $\underline{v}$ . Bien entendu, la partie 20" porte des empreintes (non représentées) correspondant aux corrugations que l'on  
15 souhaite former.

Le rapprochement des éléments d'outillage 2" donne ainsi aux spires une section aplatie et ovale, dont les grandes faces génèrent un tronc de cône de demi-angle  $\underline{v}$ . Bien entendu, comme pour le premier mode  
20 de réalisation, le formage se fait avec mise sous pression hydraulique interne du tube.

Une telle configuration d'élément se prête particulièrement à un fonctionnement "en vertical", car elle assure un excellent écoulement des condensats.

25 Ainsi, l'échangeur de chaleur 8' représenté à la figure 32, dont l'axe XX' a une disposition verticale, utilise six éléments conformes à celui des figures 29 et 30, montés coaxialement (selon XX') et branchés en série.

Les quatre éléments supérieurs 1a, 1b, 1c, 1d ont des spires dont la conicité diverge vers le bas. Les deux éléments inférieurs 1e, 1f ont  
30 une conicité inversée (angle au sommet dirigé vers le bas).

Une pièce de tôlerie 83' intercalée entre les deux séries d'éléments assure leur parfait positionnement à l'endroit de leur inversion de conicité.

L'échangeur représenté équipe une chaudière à gaz qui  
35 comporte un brûleur cylindrique 80' à combustion de surface, disposé

coaxialement à l'intérieur de la série d'éléments supérieurs (1a, 1b, 1c, 1d). La paroi extérieure de l'échangeur est référencée 800'. Le fluide à réchauffer, par exemple de l'eau, parcourt les éléments de bas en haut, c'est-à-dire dans l'ordre suivant : 1f, 1e, 1d, 1c, 1b, 1a.

- 5                    Le mélange air/gaz A + G est amené par le haut à l'intérieur du brûleur 80', la combustion s'opérant sur la surface externe de ce dernier. Les gaz brûlés et chauds s'échappent radialement vers l'extérieur, comme symbolisé par les flèches L1. Ils traversent les interstices entre spires de la première série d'éléments, obliquement vers le bas (en suivant la conicité
- 10 des spires). Ils atteignent ainsi l'espace annulaire compris entre les éléments et la paroi 800'. Enfin, ils traversent les interstices entre spires des éléments inférieurs 1e et 1f, cette fois de l'extérieur vers l'intérieur, pour sortir par une collerette d'évacuation inférieure 81' (flèches L2).

- 15                    Au cours de ce parcours s'opère le chauffage du liquide circulant dans les éléments 1f à 1a, par transfert de chaleur.

A la simple observation de la figure 32 on comprend comment la disposition à conicités inversées des éléments 1a, 1b, 1c, 1d d'une part et 1e, 1f d'autre part oriente et canalise naturellement le flux des gaz chauds, ainsi que les condensats, de haut en bas à l'intérieur de l'échangeur.

- 20                    Les éléments d'échangeur selon l'invention peuvent trouver différentes applications, le fluide circulant à l'intérieur de l'élément n'étant pas nécessairement un liquide, et le fluide extérieur n'étant pas nécessairement un gaz.

- 25                    Dans certaines applications, on pourrait envisager, pour la fabrication de l'élément, un matériau plastique, pourvu bien entendu que ce matériau possède une certaine conductivité thermique et qu'il reste solide et rigide dans les conditions de son utilisation.

### REVENDICATIONS

1. Elément échangeur de chaleur (1) qui consiste en un tube en matériau thermiquement conducteur enroulé en hélice, dans lequel un fluide caloporteur est destiné à circuler, ce tube possédant une section droite aplatie et ovale, dont le grand axe est sensiblement perpendiculaire à l'axe (XX') de l'hélice ou forme un angle aigu ( $\nu$ ) par rapport à ce dernier, chaque spire (10) du tube possédant des faces planes (11) qui sont écartées des faces de la spire adjacente d'un interstice de hauteur (h) constante, caractérisé par le fait que la hauteur (h) de l'interstice séparant deux spires (10) adjacentes est sensiblement plus faible que l'épaisseur (e) de ladite section droite, et que l'espacement entre deux spires voisines (10) est calibré au moyen d'entretoises (12).

2. Elément selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdites entretoises (12) sont des bossages, ou corrugations, formées dans la paroi du tube, sur l'une au moins desdites faces planes (11).

3. Elément selon la revendication 2, caractérisé par le fait que lesdits bossages (12) s'étendent radialement par rapport à l'axe (XX') de l'hélice.

4. Elément selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les deux extrémités du tube se prolongent tangentiellement par des tronçons (14, 14') se raccordant à des embouts cylindriques (15, 15').

5. Elément selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que les faces planes externes de ses spires d'extrémité sont situées sensiblement dans des plans (P, P') parallèles entre eux, et perpendiculaires à l'axe (XX') de l'hélice.

6. Elément selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé par le fait que le bord interne (13) des spires (10) est bosselé.

7. Procédé de fabrication d'un élément échangeur de chaleur conforme à l'une des revendications 1 à 6, selon lequel :

- a) on cinte hélicoïdalement un tube cylindrique (100) ;
- b) on le remplit d'un fluide ;
- c) on écrase la paroi du tube (100) de manière à lui donner une section aplatie et ovale, dont le grand axe est sensiblement

perpendiculaire à l'axe de l'hélice, tout en réduisant simultanément le pas de cette hélice ;

d) on maintient, durant l'étape (c), le fluide contenu dans le tube à une pression sensiblement constante, de manière à empêcher  
5 l'affaissement de sa paroi.

8. Procédé selon la revendication 7, pour la fabrication d'un élément conforme à l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé par le fait qu'on utilise, à l'étape (c), des matrices de formage (2) qui possèdent, en creux, des empreintes (28) de forme complémentaire desdits bossages, ou  
10 corrugations, (12) et, qu'à la fin de l'opération, on soumet le fluide contenu dans le tube à une pression élevée pour forcer sa paroi à épouser la forme desdites empreintes (28).

9. Dispositif pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé par le fait qu'il comprend :

15 - une presse (3) comportant une semelle fixe (30) et un plateau mobile (32) ;

- des moyens d'actionnement (33, 34) servant à déplacer le plateau mobile (32) par rapport à la semelle fixe (30) ;

- deux ensembles de demi-matrices (2A, 2B) complémentaires,  
20 de forme générale semi-circulaire, aptes à venir se positionner entre les spires du tube à former, et positionnées, en position de travail, entre ladite semelle fixe (30) et ledit plateau mobile (32).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que l'un (2B) desdits ensembles est mobile et peut être écarté de la presse  
25 en vue de la mise en place du tube à former, et de l'enlèvement du tube formé.

11. Dispositif selon l'une des revendications 9 ou 10, caractérisé par le fait que lesdites demi-matrices possèdent des faces planes (24) servant à l'écrasement du tube, ces faces étant inclinées par  
30 rapport à un plan perpendiculaire à l'axe (XX'), de l'hélice.

12. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisé par le fait que les demi-matrices constitutives de chaque demi-ensemble sont guidées les unes par rapport aux autres au moyen de colonnes (200).

13. Dispositif selon les revendications 11 et 12 prises en combinaison, caractérisé par le fait que lesdites colonnes (200) passent dans des trous allongés (22) formés dans les matrices, qui autorisent leur inclinaison latérale.

5           14. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 13, caractérisé par le fait qu'il comporte des vérins (40, 41') servant à écarter les demi-matrices les unes des autres.

10           15. Dispositif selon l'une des revendications 9 à 14, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens (5) servant à obturer de manière étanche les deux extrémités du tube au cours du formage, et à y introduire un fluide sous très forte pression.

15           16. Echangeur de chaleur pour une chaudière équipée d'un brûleur, qui comporte au moins un élément conforme à l'une des revendications 1 à 6, dans lequel circule un fluide à chauffer, caractérisé par le fait que ledit élément (1) est disposé au voisinage du brûleur (7), dans une position telle que les gaz de combustion passent dans les interstices séparant ses spires.

20           17. Echangeur selon la revendication 18, caractérisé par le fait qu'il comporte plusieurs éléments conformes aux revendications 1 à 6, et dont l'un au moins est traversé par les gaz de combustion de l'intérieur vers l'extérieur, tandis qu'un autre au moins est traversé par ces gaz en sens inverse.

25           18. Récupérateur de chaleur pour chaudière, qui comporte au moins un élément (1) conforme à l'une des revendications 1 à 6, dans lequel circule de l'eau à réchauffer, et qui est exposé au flux de gaz brûlés (et chauds) s'échappant de la chaudière.



FIG. 1

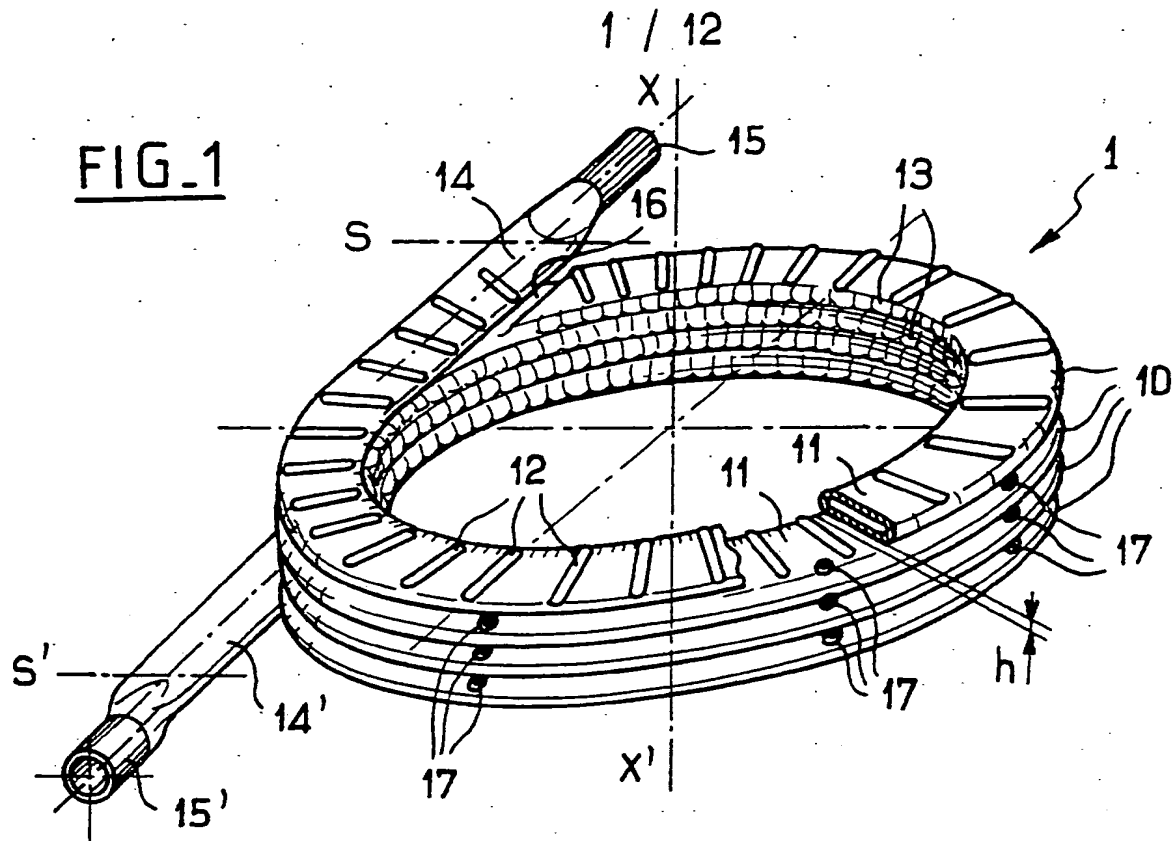


FIG. 2

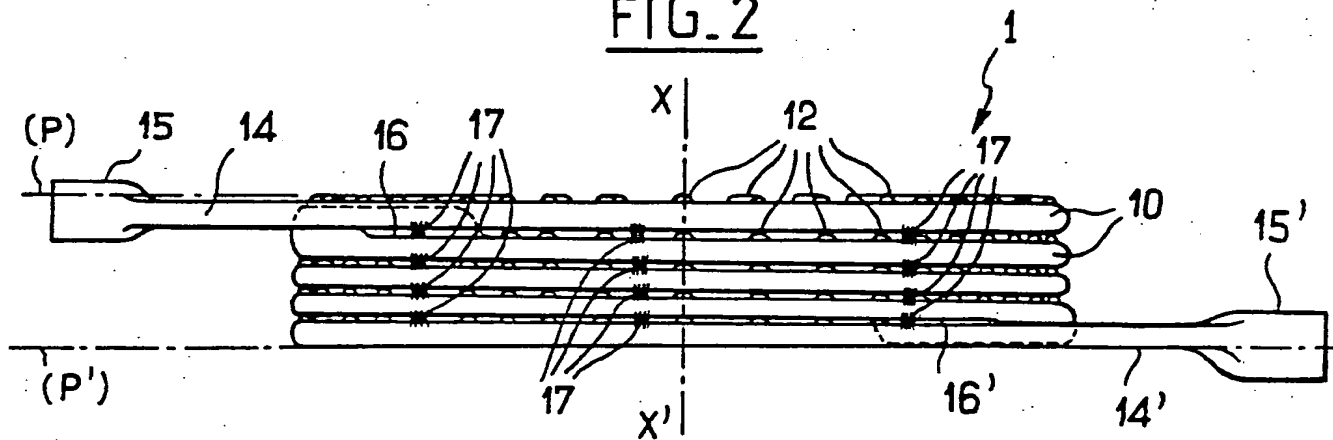


FIG. 3

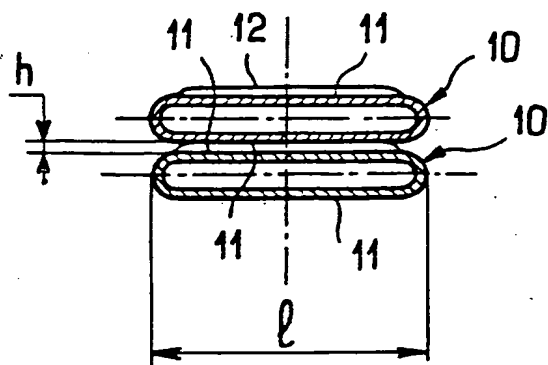
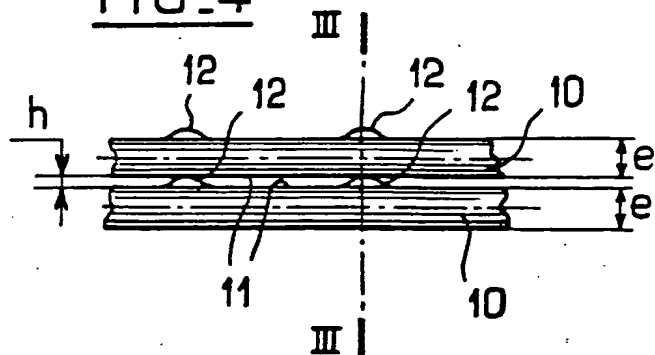


FIG. 4



2 / 12

FIG. 5

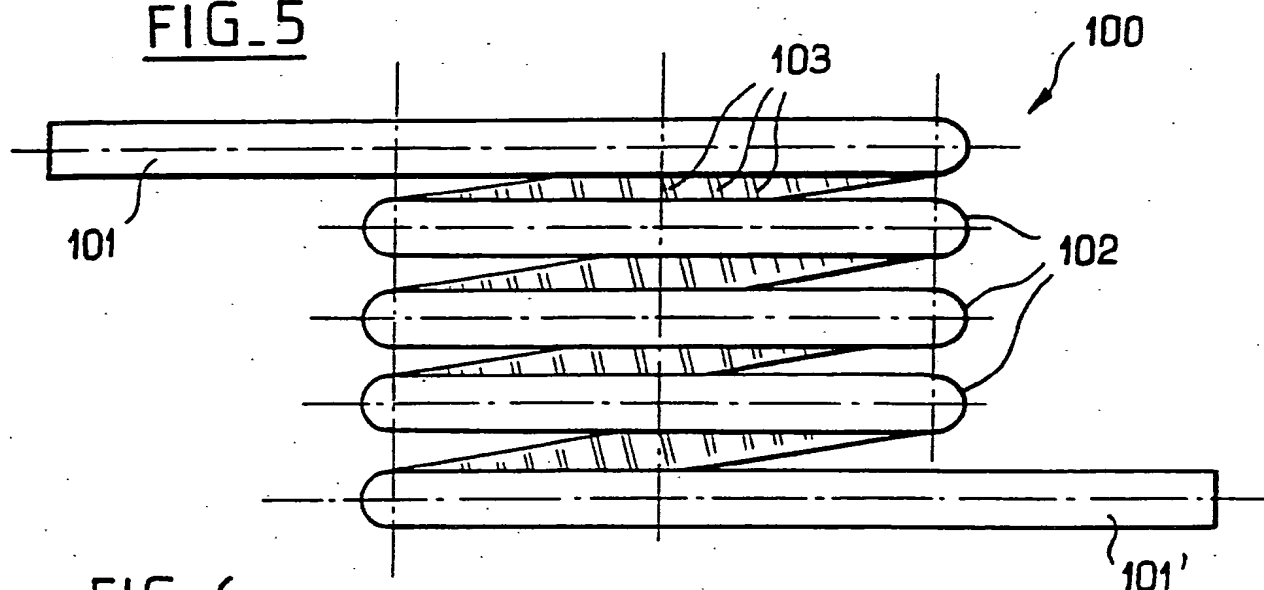


FIG. 6

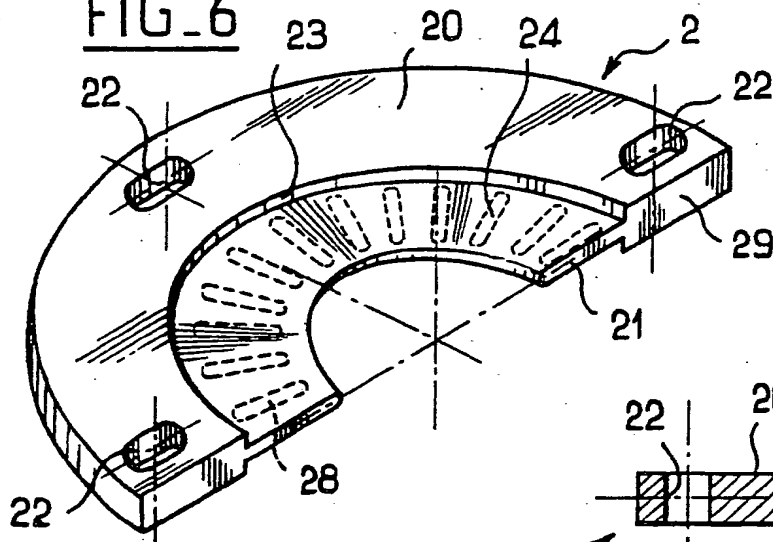


FIG. 7

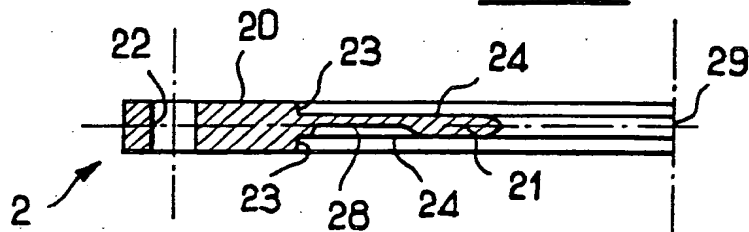
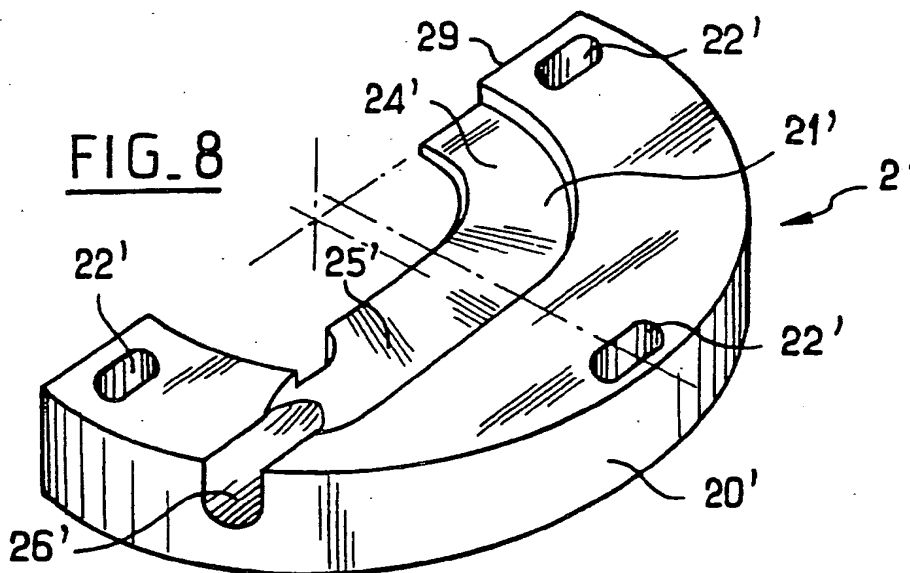
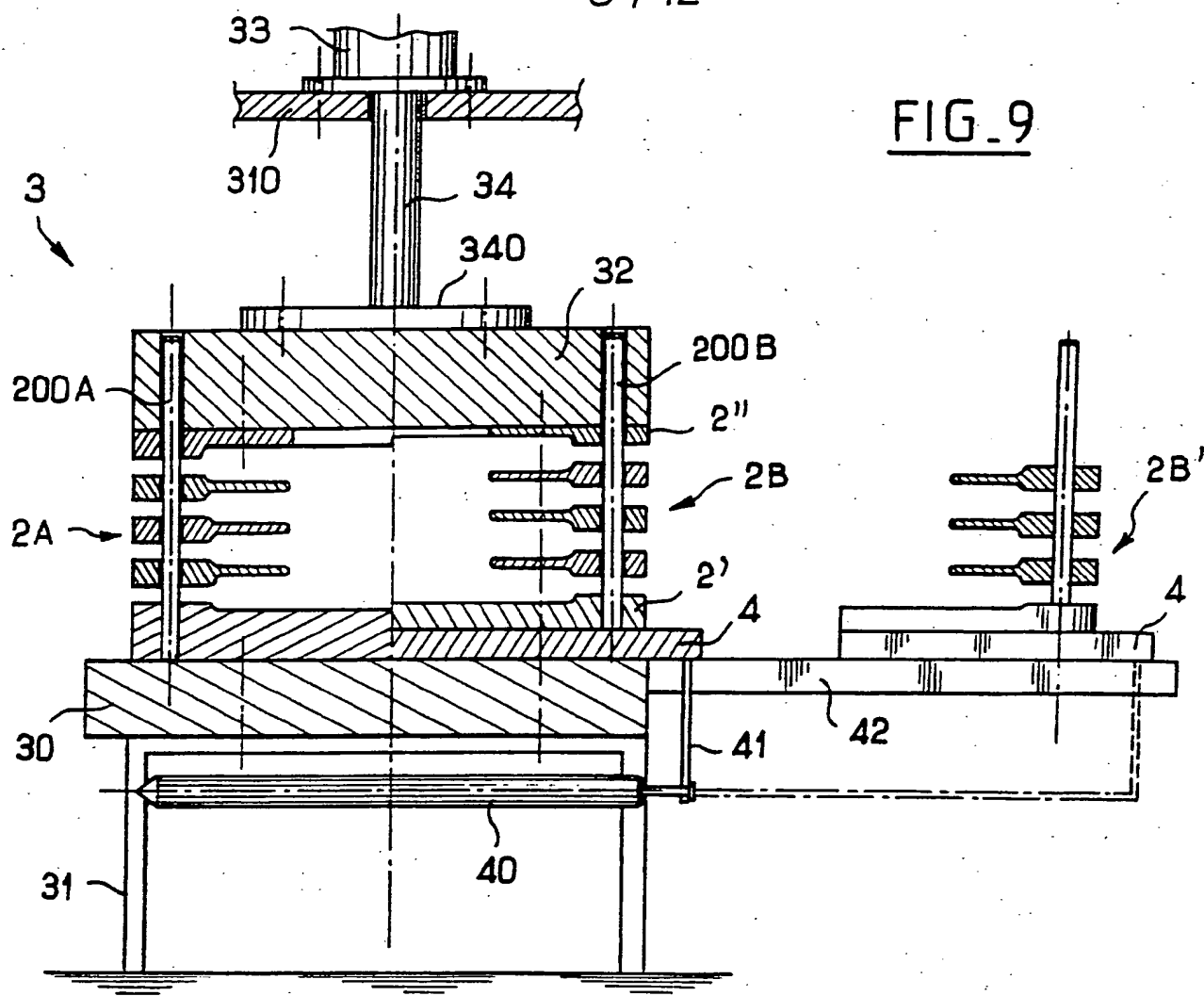
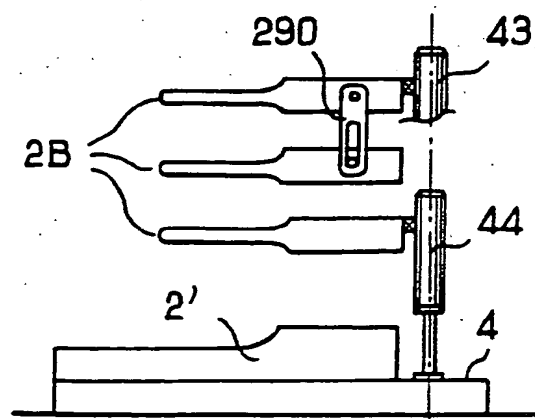
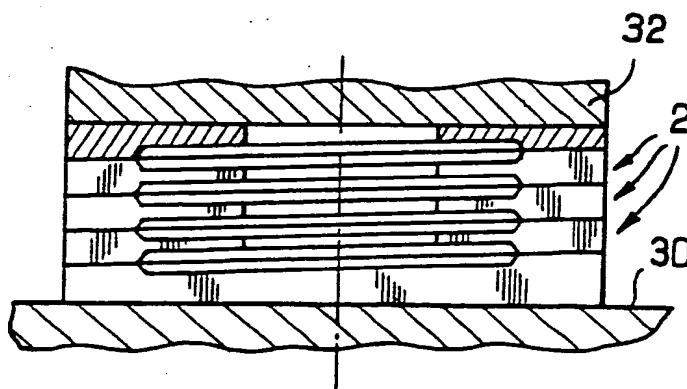


FIG. 8



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

3 / 12

FIG. 9FIG. 10FIG. 11

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

FIG. 12

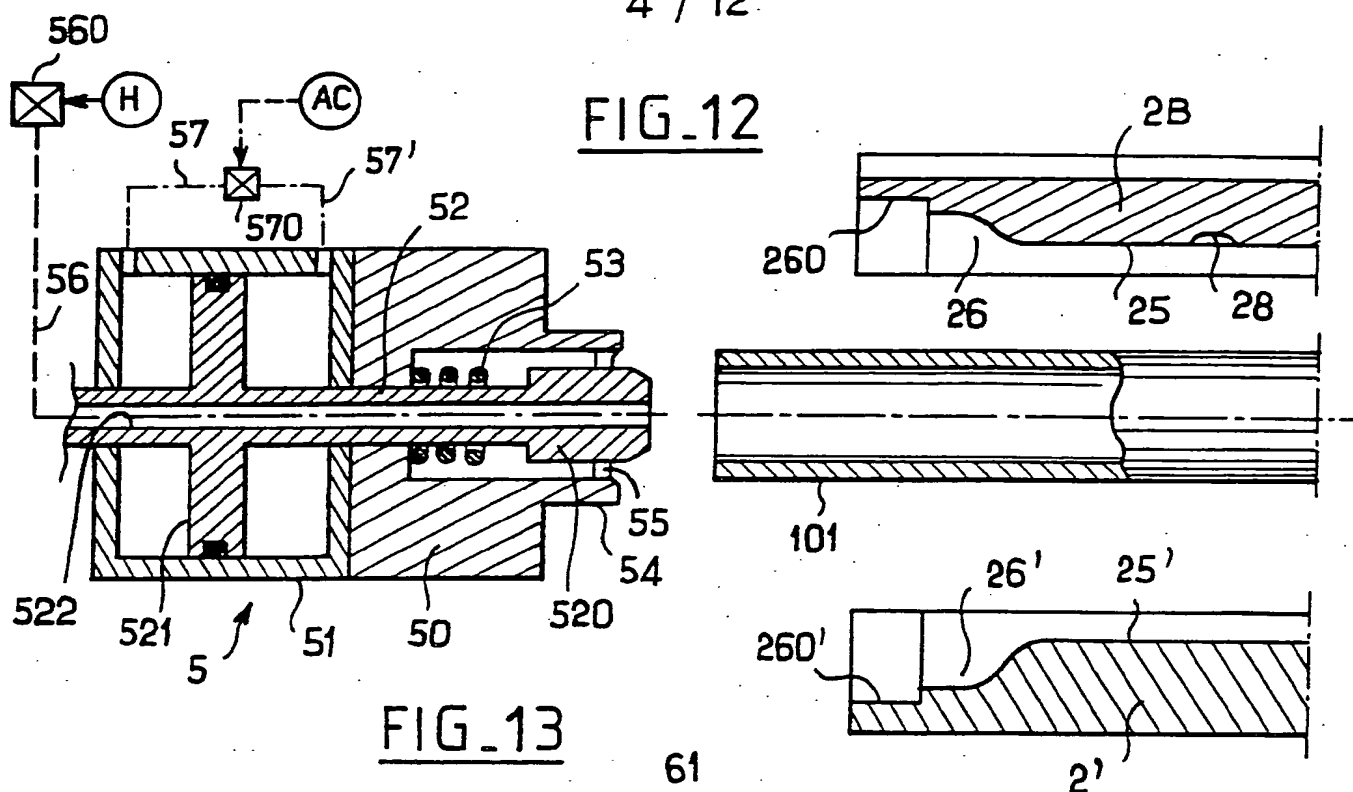


FIG. 13

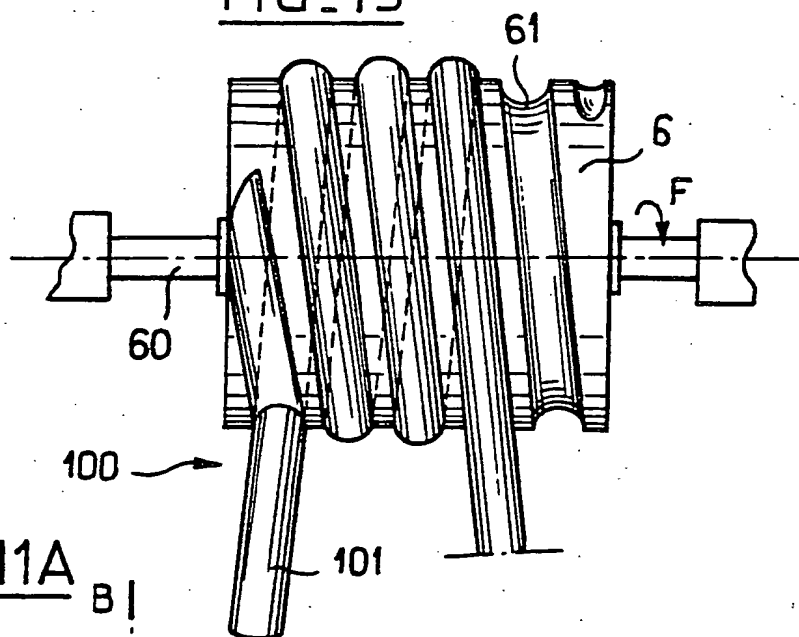


FIG. 11A

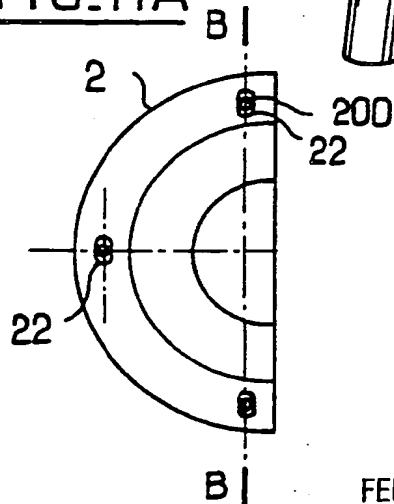
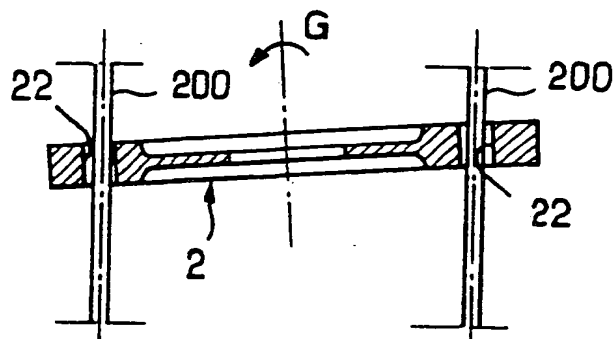


FIG. 11B



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

5 / 12

FIG. 14

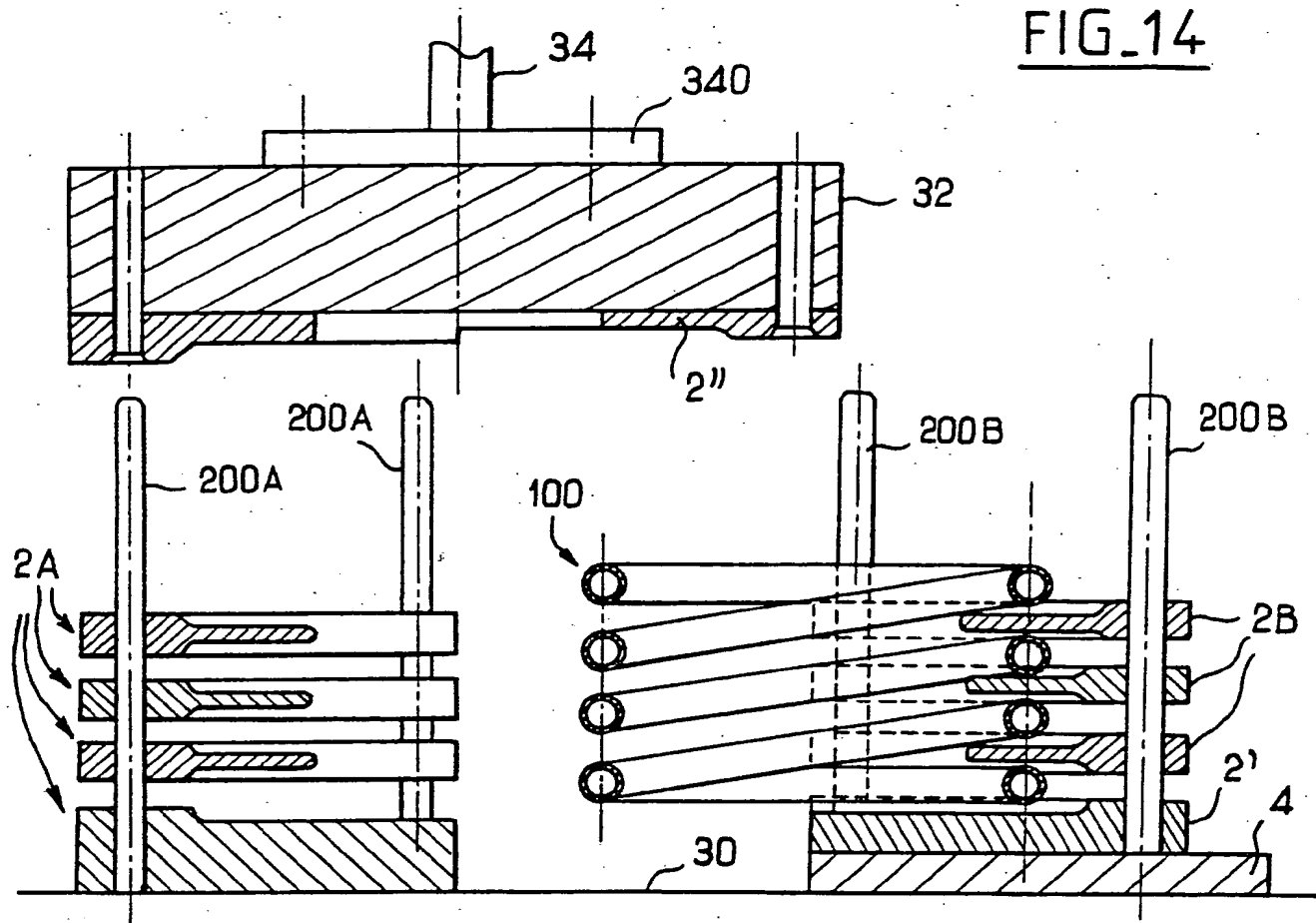


FIG. 15

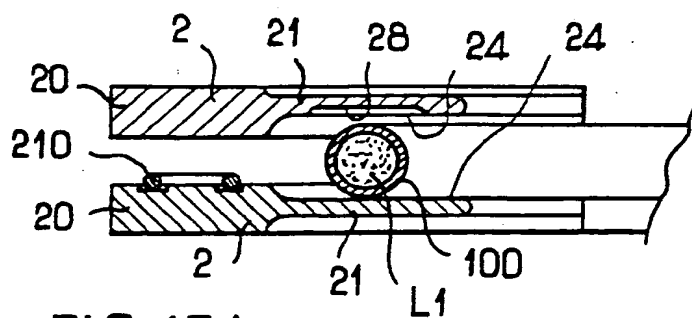


FIG. 15B

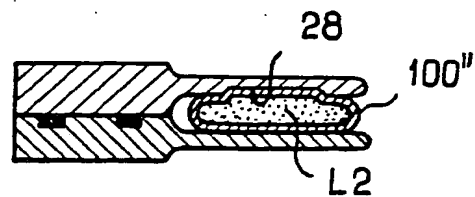


FIG. 15A

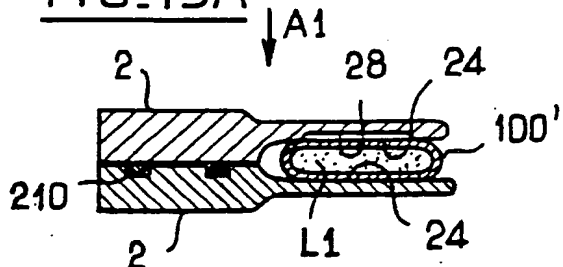
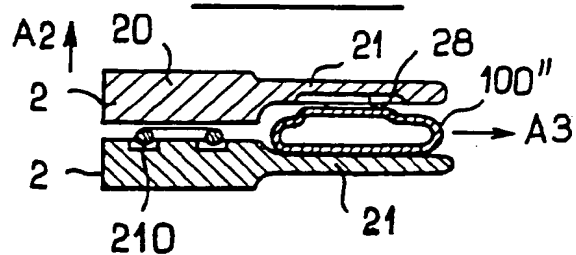
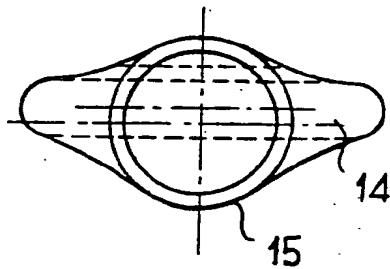
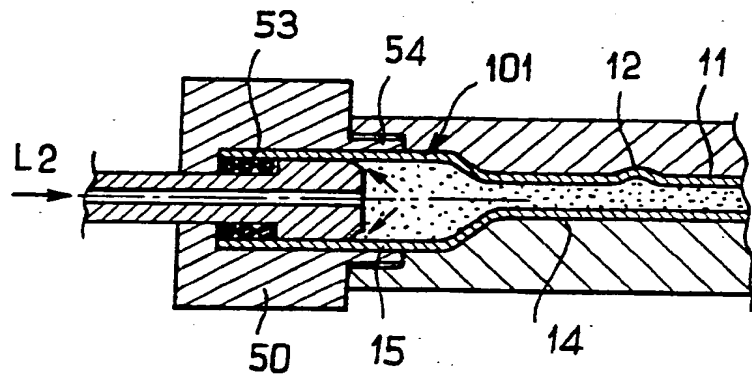
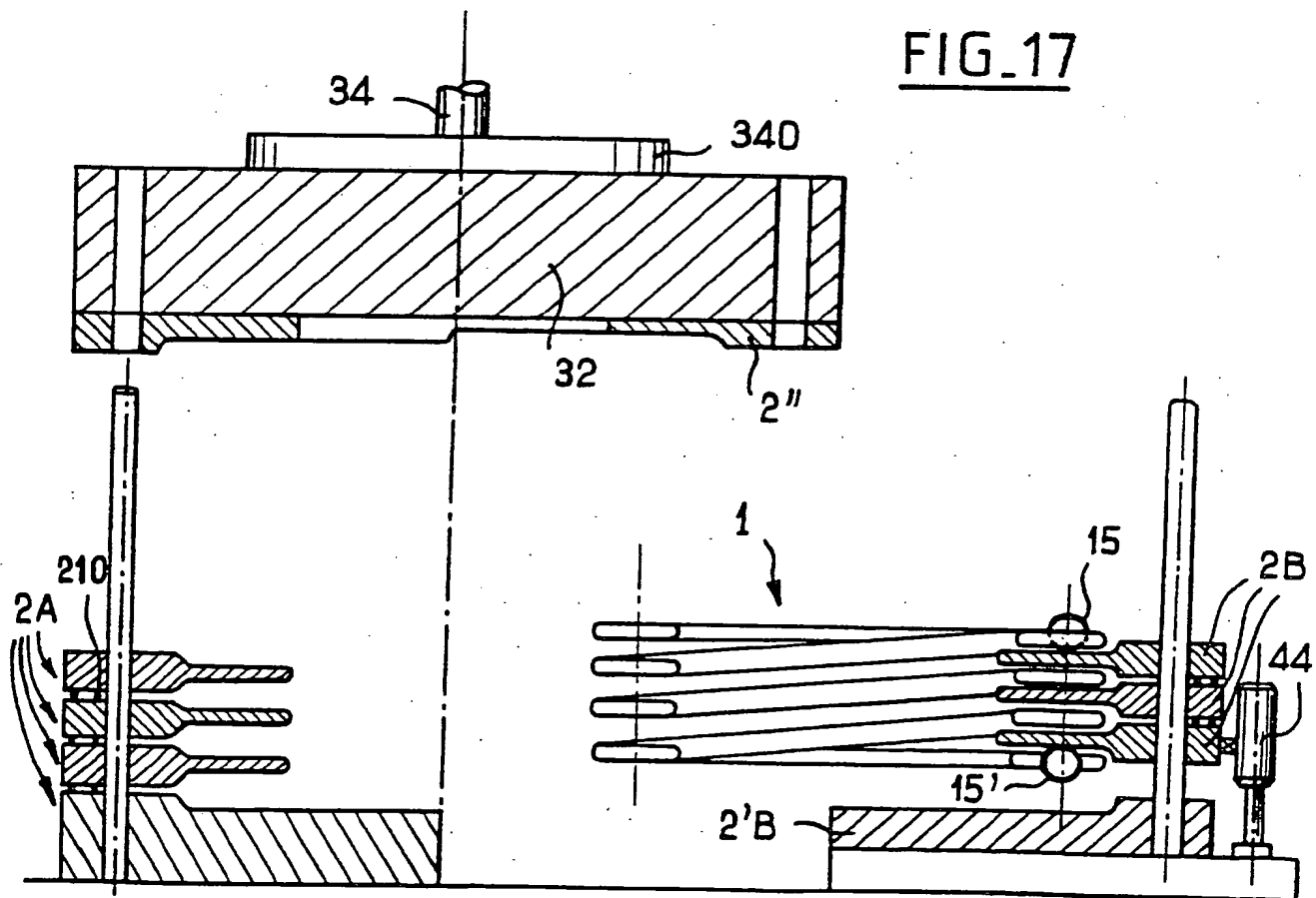


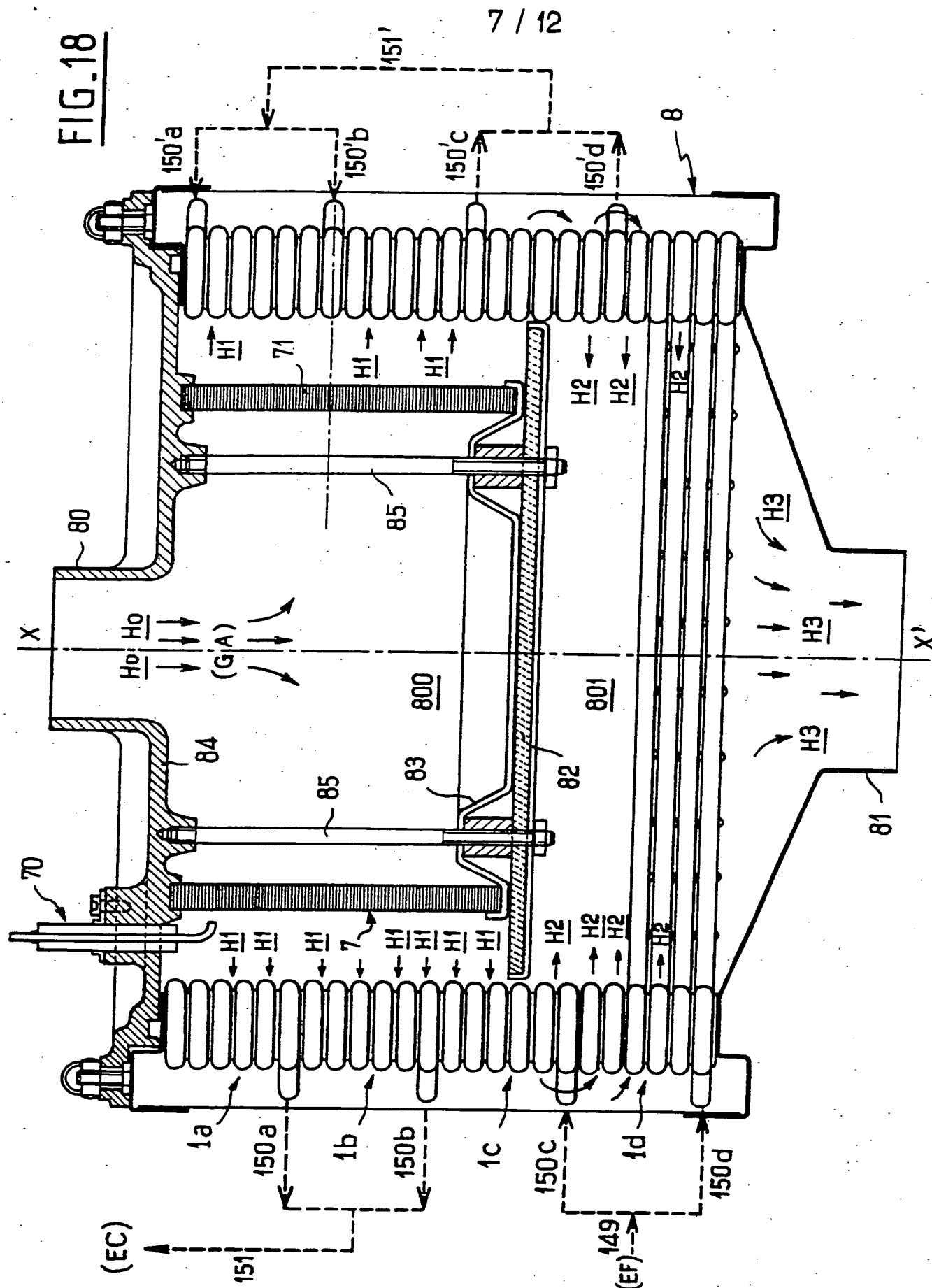
FIG. 15C



FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

FIG.16AFIG.16FIG.17

**FIG. 18**

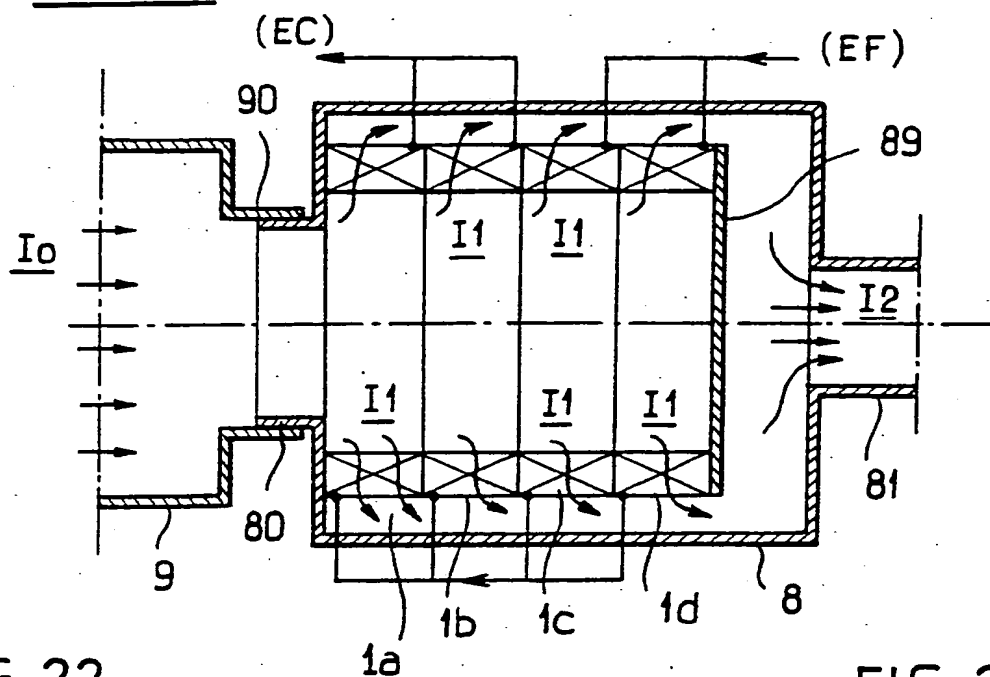
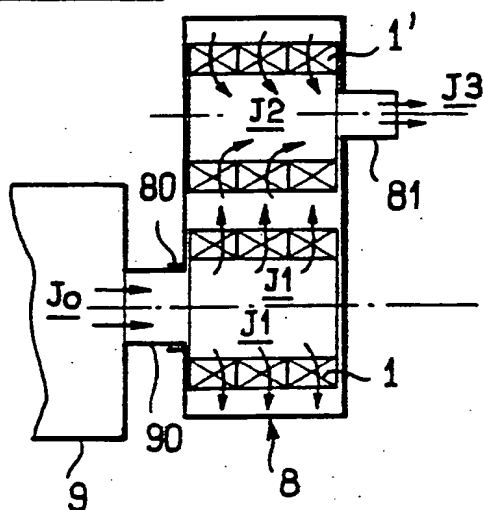
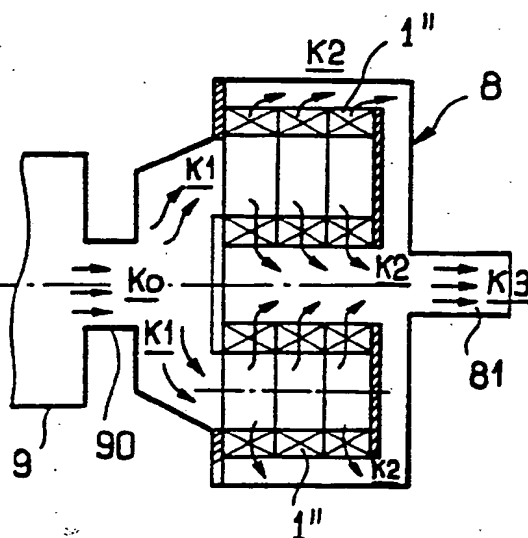
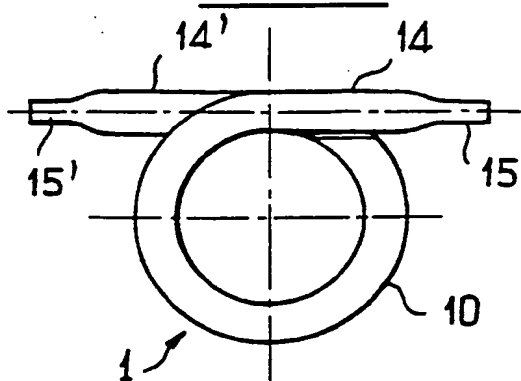
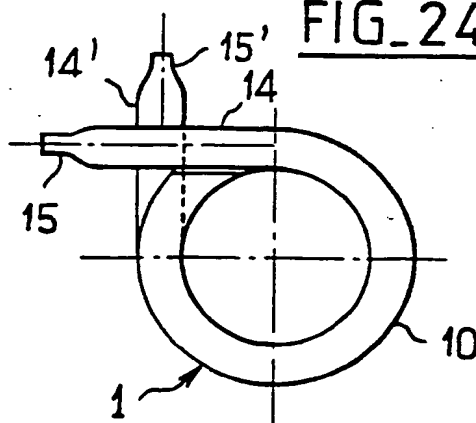


FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)



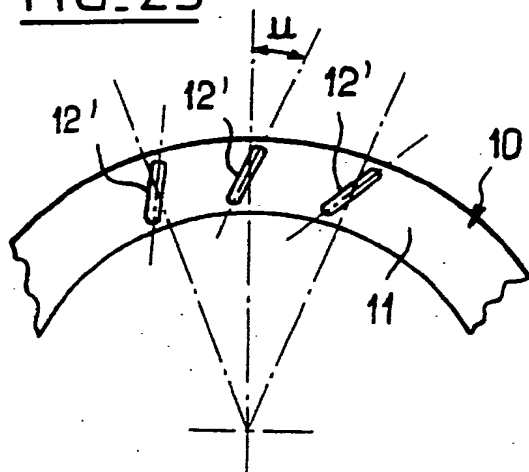
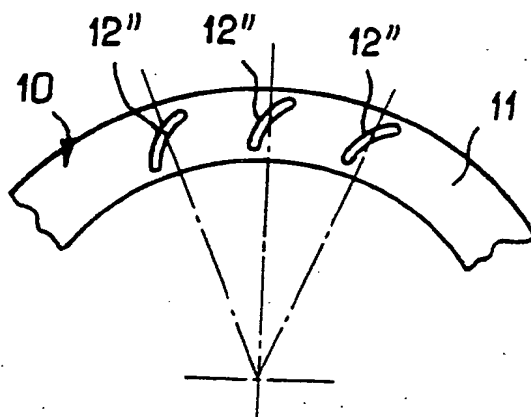
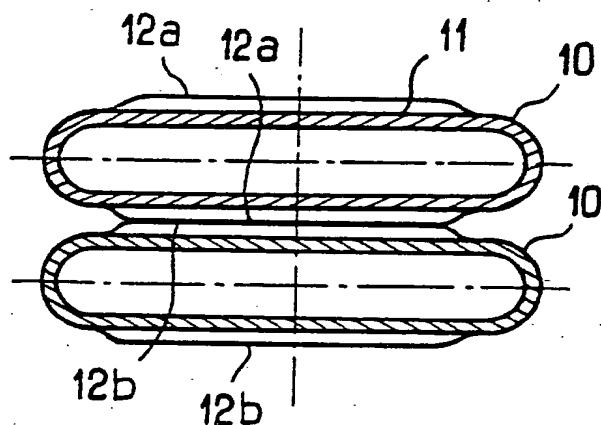
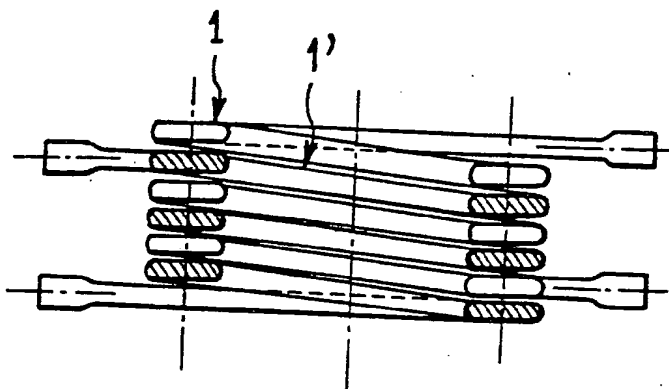
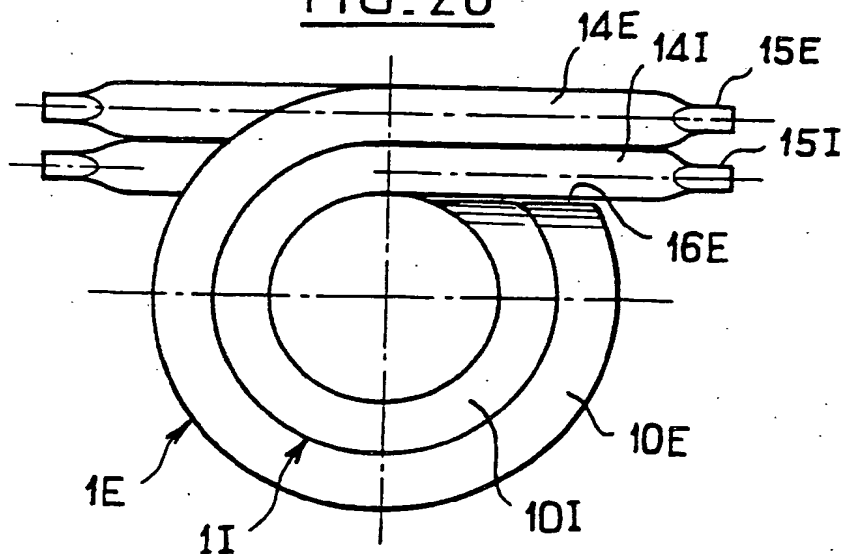
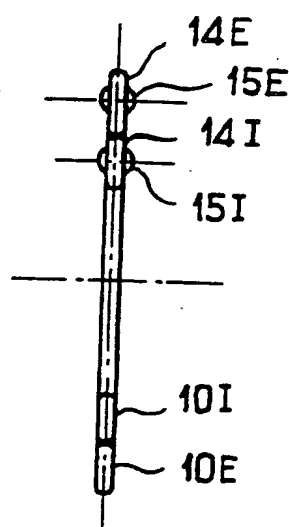


9 / 12

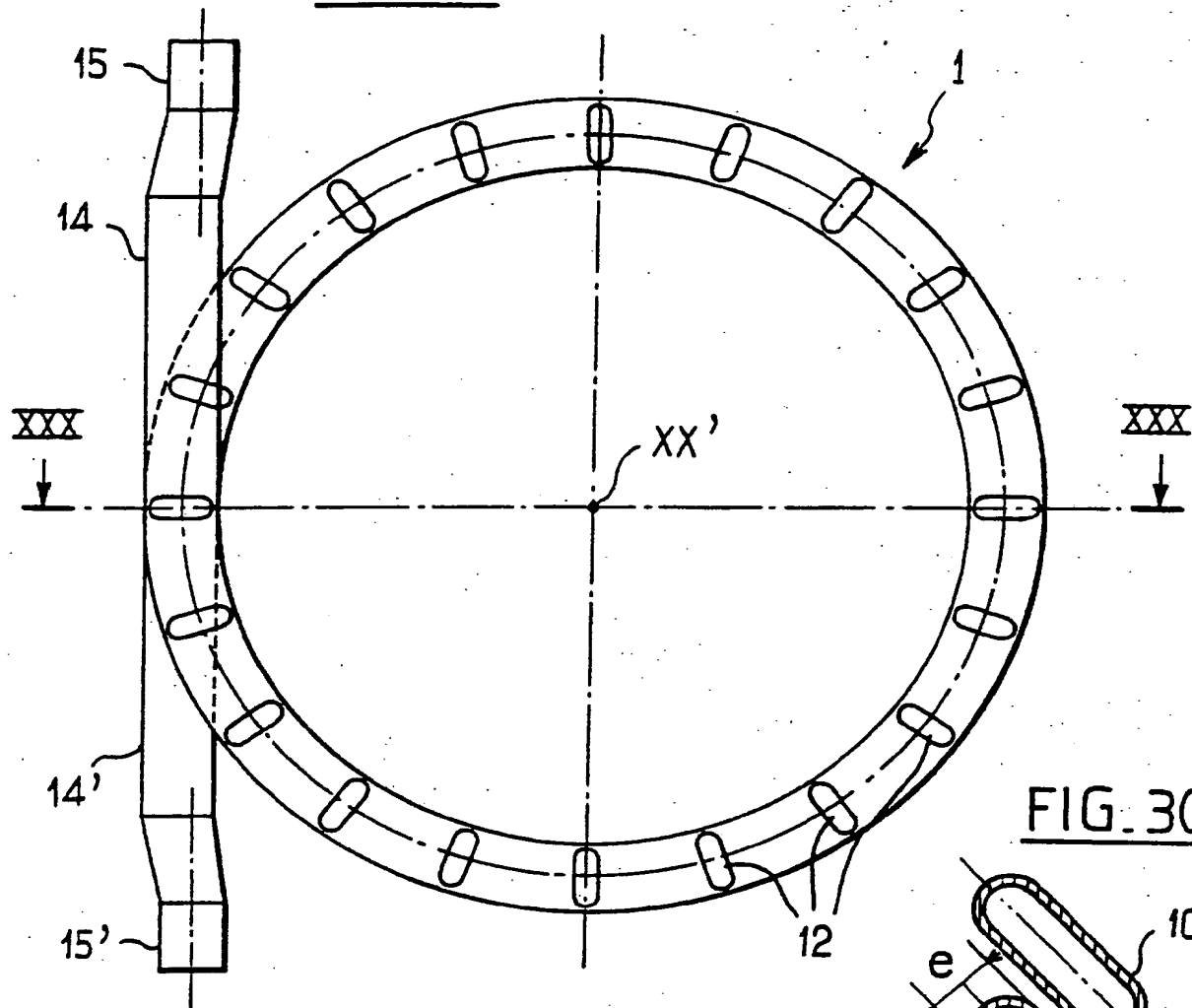
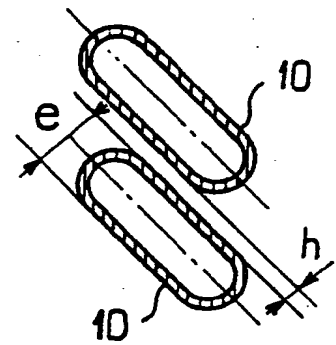
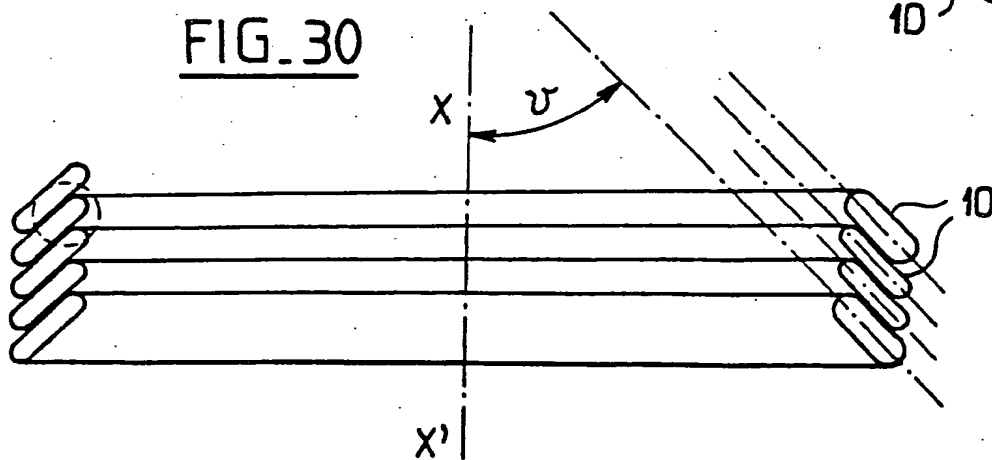
FIG. 21FIG. 22FIG. 23FIG. 24FIG. 24A

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

10 / 12

FIG. 25FIG. 25AFIG. 26FIG. 27FIG. 28FIG. 28A

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

FIG. 29FIG. 30AFIG. 30

FEUILLE DE REMPLACEMENT (REGLE 26)

FIG. 31

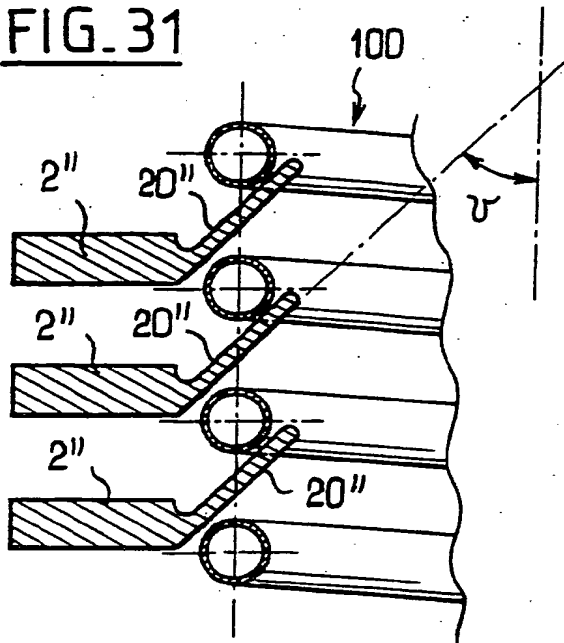


FIG. 31A

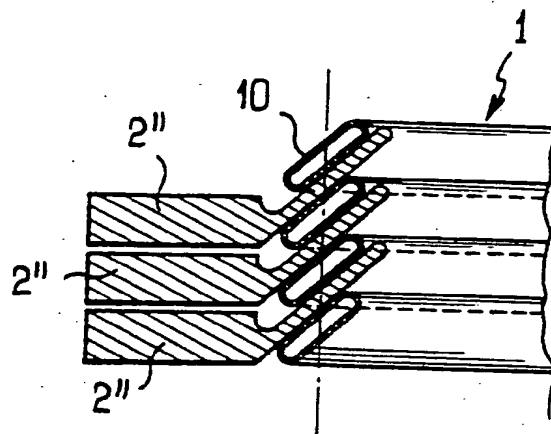
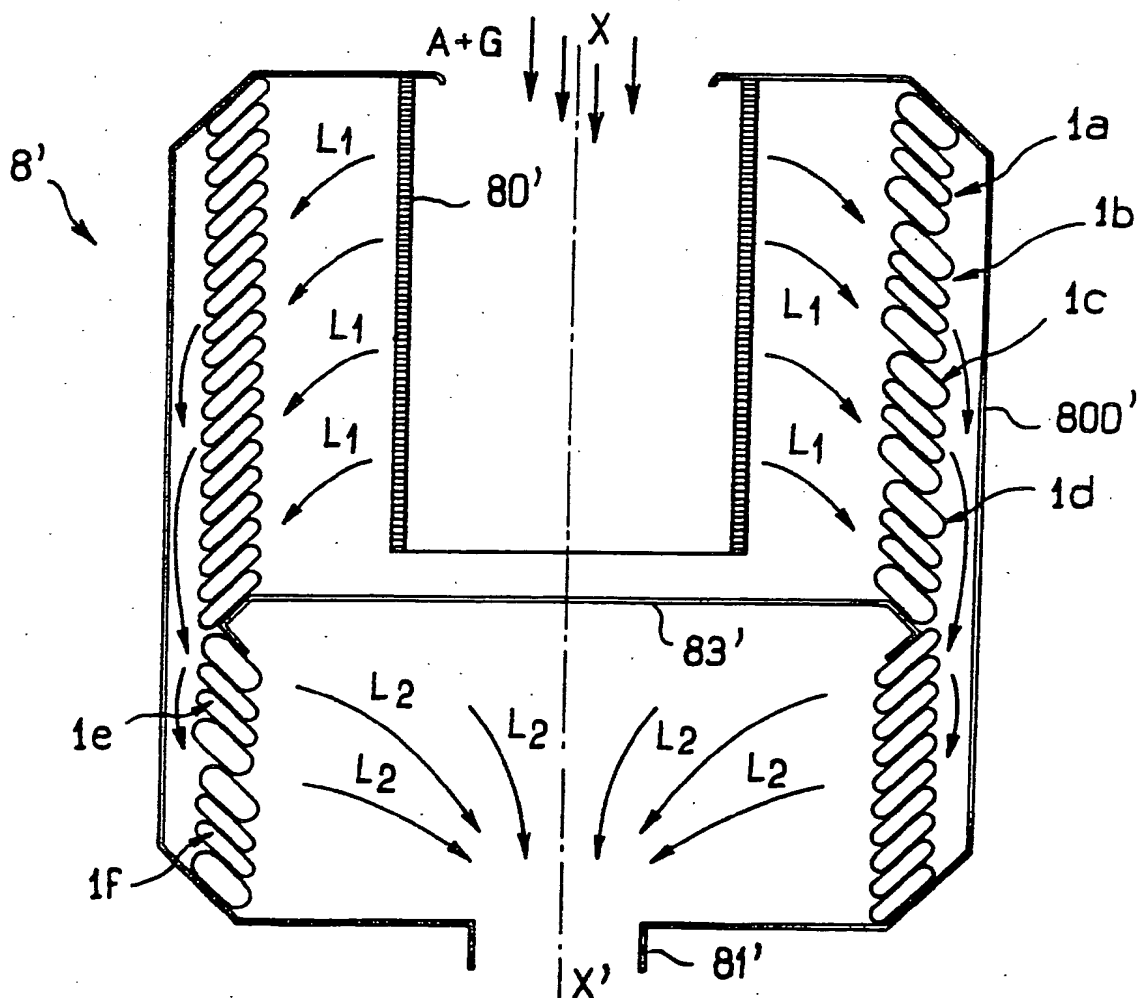


FIG. 32



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 94/00047

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 5 F24H1/43 B21D53/06 F28D7/02 F28F1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 5 F24H B21D F28D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 272 (M-425) (1995) 30 October 1985 & JP,A,60 117 089 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 24 June 1985 see abstract ---	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 10 (M-782) 11 January 1989 & JP,A,63 220 091 (BUNKICHI TANAKA) 13 September 1988 cited in the application see abstract ---	1
A	US,A,4 316 502 (SANBORN) 23 February 1982 see column 10, line 55 - column 10, line 62; figures --- -/--	7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 1994

Date of mailing of the international search report

18. 04. 94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Gestel, H

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 94/00047

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	UMFORMTECHNIK, vol.26, no.1, January 1992, BAMBERG pages 23 - 31, XP262779 DOHMANN 'WERKZEUGPARAMETER UND PROZESSDATEN BEIM AUFWEITENDEN INNENHOCHDRUCKUMFORMEN' ---	7
A	FR,A,2 549 750 (SA TUBEST) 1 February 1985 cited in the application see abstract -----	7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 94/00047

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4316502	23-02-82	EP-A- 0051492 WO-A- 8201490 US-A- 4434539	12-05-82 13-05-82 06-03-84
FR-A-2549750	01-02-85	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Internationale No  
PCT/FR 94/00047

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 5 F24H1/43 B21D53/06 F28D7/02 F28F1/02		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 5 F24H B21D F28D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 272 (M-425) (1995) 30 Octobre 1985 & JP,A,60 117 089 (MATSUSHITA DENKI SANGYO K.K.) 24 Juin 1985 voir abrégé	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 10 (M-782) 11 Janvier 1989 & JP,A,63 220 091 (BUNKICHI TANAKA) 13 Septembre 1988 cité dans la demande voir abrégé	1
A	US,A,4 316 502 (SANBORN) 23 Février 1982 voir colonne 10, ligne 55 - colonne 10, ligne 62; figures	7
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent, l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  30 Mars 1994		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  18. 04. 94
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Van Gestel, H



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den. Internationale No  
PCT/FR 94/00047

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	UMFORMTECHNIK, vol.26, no.1, Janvier 1992, BAMBERG pages 23 - 31, XP262779 DOHMANN 'WERKZEUGPARAMETER UND PROZESSDATEN BEIM AUFWEITENDEN INNENHOCHDRUCKUMFORMEN' ----	7
A	FR,A,2 549 750 (SA TUBEST) 1 Février 1985 cité dans la demande voir abrégé -----	7

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Internationale No  
PCT/FR 94/00047

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A-4316502	23-02-82	EP-A- 0051492 WO-A- 8201490 US-A- 4434539	12-05-82 13-05-82 06-03-84
FR-A-2549750	01-02-85	AUCUN	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**